Pflanzenschutz Berichte

Herausgegeben von der

Bundesanstalt für Pflanzenschutz Wien

Schriftleiter:

Dr. FERDINAND BERAN, Wien

XXIV. Band, 1960, Heft 8/10

INHALT

Gudo Dosse: Über den Einfluß der Raubmilbe *Typhlodromus tiliae* Oud. auf die Obstbaumspinnmilbe *Metatetranychus ulmi* Koch (Acari)

Hans Neururer und Kurt Slanina: Chemische Bekämpfung unerwünschter Teichpflanzen mit besonderer Berücksichtigung der Fischtoxizität von Herbiziden

Referate

Im Selbstverlag der Bundesanstalt für Pflanzenschutz

Wien

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
22 JUN 1960

ARDAP D

gegen

Kartoffelkäfer

Sofort- und
Dauerwirkung

EIN SHELL PRODUKT

PFLANZENSCHUTZBERICHTE

HERAUSGEGEBEN VON DER BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ
DIREKTOR DR. F. BERAN
WIEN II., TRUNNERSTRASSE NR. 5

OFFIZIELLES PUBLIKATIONSORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHUTZDIENSTES

XXIV. BAND | JUNI 1960 | Heft 8/10

(Aus dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim, Direktor Prof. Dr. B. Rademacher)

Über den Einfluß der Raubmilbe *Typhlodromus tiliae* Oud. auf die Obstbaumspinnmilbe *Metatetranychus ulmi* Koch (Acari).*)

Von

Gudo Dosse

Die Frage des Einflusses von Raubmilben auf eine gegebene Spinnmilbenpopulation ist trotz Vorliegens positiver Resultate (Collyer, Günthart) heute noch mehr oder minder umstritten. Während Günthart (1956) für den Weinbau die Wirksamkeit von *Typhlodromus tiliae* auf zwei phytophage Arten an Hand größerer Untersuchungen nachweist, hat Collyer (1958) eine solche auf *Metatetranychus ulmi* in einem Insektarium an Apfel und Zwetschke beschrieben. Auch nach den in Stuttgart-Hohenheim seit 1953 vorgenommenen Erhebungen muß von den natürlichen Feinden der Spinnmilbenarten auf Obstbäumen den Raubmilben eine besondere Bedeutung zugemessen werden. Chant (1956, 1958 und 1959) dagegen lehnt ihren wesentlichen Einfluß ab und betrachtet diesen als nur untergeordnet und unbedeutend.

In umfangreichen Laboratoriumsversuchen wurden in Stuttgart-Hohenheim die Biologie und die Fraßgewohnheiten der im südwestdeutschen Raum auf Kernobst heimischen räuberischen Milben geklärt (Dosse 1957). Alle hier vorkommenden Raubmilbenarten ernähren sich von den Phytophagen. Und zwar sind sie ausschließlich auf tierisches Futter eingestellt, wenn sie sich fortpflanzen und eine Population aufbauen wollen. Sie sind allerdings in der Lage, sich mit Pflanzensäften, Pilzen und Pollen längere Zeit am Leben zu erhalten, die Fruchtbarkeit erlischt aber schlag-

*) Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt, dem an dieser Stelle dafür herzlich Dank gesagt wird.

artig, sowie ihnen die tierische Nahrungsgrundlage entzogen wird (Dosse 1956, 1958).

Nachdem im Laboratorium der Futterbedarf für einzelne Raubmilbenarten bestimmt werden konnte, erhob sich die Frage, inwieweit diese auf eine gegebene Spinnmilbenpopulation auf Apfel unter Freilandbedingungen dezimierend einwirken können. Um dieses zu überprüfen, wurde im Jahre 1954 ein Versuch angelegt, der jetzt über 5 Jahre hindurch in der gleichen Art und Weise läuft. Berker (1958) beschreibt in seiner Dissertation die Gesamtanlage des Versuches (mit Abbildung) und die Ergebnisse des ersten Jahres. Hier sollen daher aus diesem Zeitraum nur die wichtigsten Daten genannt werden.

Aus der Obstanlage des Instituts für Pflanzenschutz Stuttgart-Hohenheim, die regelmäßig in jedem Jahre neben der Winterspritzung den üblichen Behandlungen mit Fungiziden und Insektiziden ausgesetzt war, wurden vier Buschbäume gleicher Sorte (Ontario-Renette) und gleicher Größe herausgenommen. Zwei davon wurden vollkommen eingezeltet, um den Insekten den Zutritt zu verwehren. Diese Bäume waren durch eine Schleuse zu erreichen. Je ein eingezelteter und ein nicht eingezelteter Baum erhielten jährlich eine einmalige Spritzung mit DDT, und zwar 0·1% einer Suspension mit 80% Wirkstoffgehalt. Weitere Behandlungen mit Fungiziden oder Insektiziden erfolgten auf den Versuchsbäumen nicht. Die nicht eingezelteten beiden Bäume unterlagen also den normalen Freilandbedingungen, während dies bei den eingezelteten nur annähernd erreicht wurde. Wegen der Versuchsfrage, die einzig und allein auf den Einfluß der Raubmilben ausgerichtet war, mußte aber dieser Weg beschritten werden.

Durch die regelmäßige Behandlung der ganzen Anlage in den früheren Jahren mit Insektiziden waren die Nützlinge immer wieder von neuem reduziert worden, während die Spinnmilben jährlich in beträchtlicher Anzahl vorhanden waren. So war die Ausgangspopulation von *M. ulmi* zu Beginn des Versuches im Jahre 1954 auf allen vier Bäumen relativ hoch, der Besatz schwankte zwischen 1500 und 2500 Stadien einschließlich der Eier auf 25 Blatt.

Während der ganzen Vegetationsperiode wurden regelmäßig zweimal in der Woche pro Baum 25 Blätter auf ihren Milbenbesatz unter dem Binokular ausgezählt. In gleicher Art und Weise wurde in allen 5 Jahren vorgegangen, nur daß je nach den Witterungsbedingungen Anfangs- und Endtermin der Bonitierungen differieren.

Berker stellte im ersten Versuchsjahr als natürliches Vorkommen 2 Raubmilben auf den genannten Bäumen fest, und zwar die zu den Raphignathiden gehörende *Mediolata mali* Ewing und *Typhlodromus tiliae* Oud. Als Ergebnis des ersten Untersuchungsjahres hebt Berker drei Punkte hervor:

1. Durch die Tätigkeit der beiden Raubmilben wurde die Individuenzahl von *M. ulmi* stark herabgesetzt.

2. Der Abfall der Population von *M. ulmi* erfolgte gerade in der für die Ablage der Wintereier entscheidenden Zeit, so daß diese in weit geringerem Maße festzustellen war.
3. Durch die Raubmilben wurde ein hoher Prozentsatz der abgelegten Wintereier ausgesaugt.

In eigenen Untersuchungen konnte gefunden werden, daß *T. tiliae* keinesfalls als Verzehrer der Wintereier in Frage kommt. Es gelingt dieser Art nicht, die hartschaligen Eier von *M. ulmi* mit den Cheliceren anzustechen (D o s s e 1957). Erst wenn die Larven der Schadmilbe die Eischale durchbrochen haben oder die Eier von ihrer Unterlage gelöst sind, können diese Räuber an ihre Beute gelangen. Unsere Erfahrungen stehen im Gegensatz zu den Befunden von H e r b e r t (1959), der behauptet, daß *T. tiliae* in der Lage wäre, die Wintereier von *M. ulmi* auszusaugen. Es geht aus seiner Arbeit aber nicht hervor, in welcher Weise sie der Raubmilbe vorgelegt wurden. *Mediolata mali* dagegen kann auch mit den fest an ihrer Unterlage haftenden Wintereiern von *M. ulmi* fertigwerden. Im vorliegenden Falle ist es also die letztere Art, die für das Aussaugen der Wintereier verantwortlich zu machen ist, denn Insekten oder andere Raubmilbenarten kamen auch auf der Rinde der Bäume nicht vor.

Dieser im Jahre 1954 begonnene Versuch ist, wie schon gesagt, in der gleichen Art und Weise über vier weitere Jahre verfolgt worden. Wir ließen die Zelte jeweils stehen, bis Schnee und Wind sie im Winter zerrissen. Jährlich im März, vor Beginn der Vegetation, wurden sie dann neu bespannt. Auf diese Weise sollte verhindert werden, daß im Spätherbst noch Zuwanderungen von Insekten stattfanden.

Auch die Auszählungen und Bonitierungen sowie die DDT-Spritzung erfolgten in der für das erste Versuchsjahr beschriebenen Art. Die Auszählungsergebnisse wurden in Tabellenform logarithmisch dargestellt, und zwar für jeden Baum und für jedes Jahr getrennt. Bei den weißen Säulen handelt es sich um die Raubmilben, die schwarzen stellen den Besatz von *M. ulmi* dar, beide Werte beziehen sich auf die Befunde von je 25 Blatt. In jedem Falle wurden alle Entwicklungsstadien einschließlich der Eier erfaßt. Die letzteren wurden bewußt mitgerechnet, da der Schlüpftermin nicht abgeschätzt werden kann, und was bei der einen Zählung als Ei gefunden wurde, konnte bei der nächsten bereits Futtertier oder Räuber sein. Aus der bildhaften Darstellung ist also nicht ersichtlich, welches Entwicklungsstadium zum jeweiligen Termin zahlenmäßig überwiegt. Es sollte die Gesamtheit der Schad- und Raubmilben festgehalten werden. Aus diesem Grunde ist von einer Einzeldarstellung Abstand genommen worden.

Die interessantesten Ergebnisse des Versuches lieferten die beiden unbehandelten Bäume A und C, wobei der erstere eingezeltet war. Auf diesem zeigten sich die Raubmilben bei Beginn des Versuches im Jahre 1954 Ende Juni/Anfang Juli, während die Räuber (Insekten und Raubmilben)

Abb. 1.

sich auf dem freistehenden Baum C bereits im Mai einfanden. Der Höhepunkt der Schadmilbenpopulation lag bei beiden Bäumen in der zweiten Julihälfte, auf dem eingezelteten Baum A aber wesentlich höher als auf C (Abb. 1).

Die Tätigkeit der Raubmilben machte sich auf Baum A erst im August bemerkbar, der Einfluß der Räuber auf Baum C war dagegen schon im Juli zu spüren. Auf A lagen durch den Schutz des Zeltes für die Raubmilben ideale Bedingungen vor, und so konnte sich ihre Population ungestört zu größerer Dichte entwickeln als auf dem freistehenden Baum. Mit dem zunehmenden Einfluß der Raubmilben auf Baum A verringerte sich die Individuenzahl von *M. ulmi* rasch. Trotz stärkeren Besatzes im Juli war im September kein wesentlicher Unterschied mehr zu Baum C in bezug auf die Schadmilben erkennbar, während die Zahl der Raubmilben wesentlich höher lag.

Bereits das erste Versuchsjahr deutet auf einen großen Einfluß der räuberischen Milben auf *M. ulmi* hin. Wegen der geringeren Ablage von Wintereiern und deren zusätzlichen Dezimierung durch *Mediolata mali* war die Population von *M. ulmi* so stark angeschlagen, daß für das kommende Jahr nur mit einem kleinen Anfangsbestand gerechnet werden konnte.

Im zweiten Versuchsjahr (1955) war *Mediolata mali* völlig von den Bäumen verschwunden. Hierfür kann keine sichere Erklärung gegeben werden, da Laboratoriumsuntersuchungen über die Verträglichkeit beider Raubmilbenarten nicht vorliegen.

Der Gedankengang des gesamten Versuches lief darauf hinaus, über einen längeren Zeitraum hinweg die Beziehungen zwischen Raub- und Spinnmilben zu verfolgen. Es kam weniger darauf an, jährlich einen Vergleich der Versuchsbäume untereinander vorzunehmen, wie Berker es getan hat, als jeden einzelnen Baum über eine Reihe von Jahren zu beobachten. Aus diesem Grunde wurde von dem von Berker eingeschlagenen Weg abgegangen. Wir wollen auch nur die beiden wichtigsten Bäume, nämlich die unbehandelten, im Verlauf der Versuchsjahre näher betrachten. Von den beiden behandelten soll zusätzlich jeweils das Anfangs- und das Schlußbild gezeigt werden.

Zu Beginn der Vegetationsperiode im Jahre 1955 (Abb. 2) war die Population von *M. ulmi* auf Baum A äußerst schwach, während bereits im Mai *T. tiliae* stark auf den Blättern vertreten war. Trotzdem das Wetter im April frühsommerlich warm war und die Sonnenscheindauer überdurchschnittlich hoch lag, für die Entwicklung der Schadmilben also gute Bedingungen herrschten, kam die Population von *M. ulmi* kaum in Gang. Der Höchstbefall betrug gegen Ende Juni 25 Stadien auf 25 Blatt,

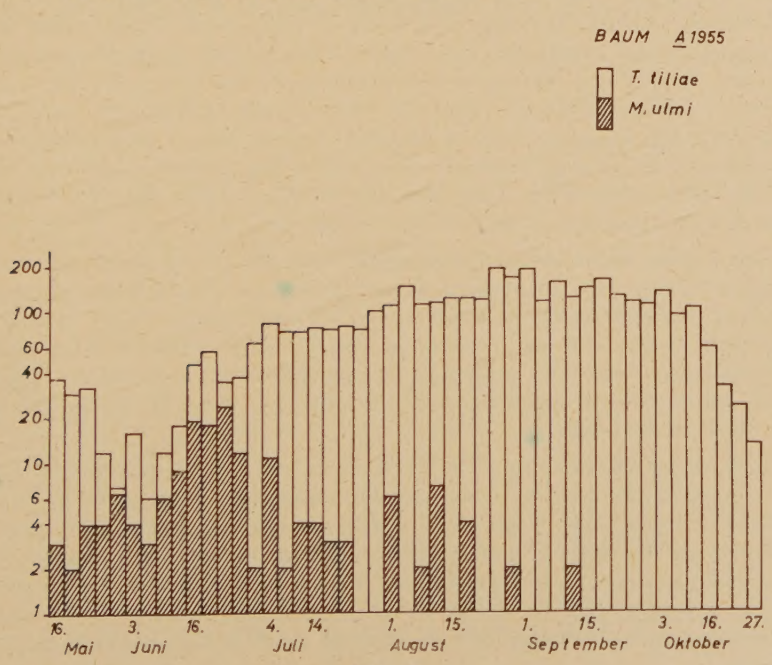


Abb. 2.

während im Jahr vorher zu demselben Termin über 3000 Milbenstadien auf der gleichen Blattzahl lebten. *M. ulmi* war Mitte September praktisch von den Blättern verschwunden, und es ließen sich nur wenig Wintereier der Schadmilbe antreffen. In den beiden ersten Versuchsjahren war bereits der Zusammenbruch von *M. ulmi* erfolgt.

Die Population von *T. tiliae* dagegen stieg bis Anfang Juli an und hielt sich in etwa der gleichen Höhe von zirka 4 Raubmilben je Blatt bis in den Oktober hinein. Der zahlenmäßige Rückgang Ende Mai/Anfang Juni wird auf das Wetter zurückgeführt. Es war überwiegend kühl, aber niederschlagsreich und gewitterig. Während des Tiefstandes der Population von *T. tiliae* herrschte die sogenannte Schafskälte, so daß sich die Raubmilben anscheinend in ihre Verstecke zurückgezogen hatten und wenig Aktivität zeigten.

Im Jahre 1955 überstieg die Gesamtindividuenzahl der Raubmilben auf den untersuchten Blättern die der Schadmilben bei weitem. Von Mitte September an besiedelten nur noch die ersteren die Blätter, allerdings waren die Bäume auch mit Eriophyiden und Tarsonemen besetzt.

Auf dem unbehandelten, eingezelteten Baum A konnte sich aus den wenigen abgelegten Wintereiern im Frühjahr 1956 nur eine so schwache *M. ulmi*-Population entwickeln, daß sie praktisch ohne jegliche Bedeutung war. Die starke Kälte im Februar 1956 stellte für die Raubmilben einen erheblichen Mortalitätsfaktor dar (Dosse 1957), und so blieb ihre Anfangspopulation hinter der erwarteten Höhe zurück. Aus der logarithmischen Darstellung kann man die Verlustquote des harten Winters nicht ablesen. Die Auszählungen konnten durch witterungsbedingte Umstände erst Ende Mai beginnen, und zu diesem Zeitpunkt hatten die Raubmilbenweibchen bereits Eier abgelegt, die einen beträchtlichen Anteil an der Gesamtzahl ausmachten. Trotz des harten Winters lag die Populationsdichte weit höher als zu Beginn des Vorjahres.

Das Fehlen der Obstbaumspinnmilbe wird ein wenig durch das stete Vorhandensein von Tarsonemen, Eriophyiden usw. ausgeglichen, die nach unseren Beobachtungen ja gleichfalls als Futtertiere in Frage kommen. Dadurch konnte sich die Population von *T. tiliae* während der ganzen Vegetationsperiode 1956 zahlenmäßig noch beachtlich hoch halten, insgesamt lag der Besatz gegenüber dem Vorjahre, vor allem gegen den Herbst zu, aber tiefer (Abb. 3).

1957 ist die Obstbaumspinnmilbe *M. ulmi* auf dem eingezelteten Baum A zwar noch ab und zu zu finden, die vorhandene Raubmilbe hat aber keinen Aufbau einer Population zugelassen. Im Höchstfalle konnten 7 Stadien auf 25 Blatt gezählt werden (Abb. 4). Immer noch wurden bei den Bonitierungen Eriophyiden und Tarsonemen auf den untersuchten Blättern festgestellt. Wir haben sie zahlenmäßig nicht miterfaßt, dennoch konnte beobachtet werden, daß sie langsam in ihrer Gesamtmasse zurückgingen.

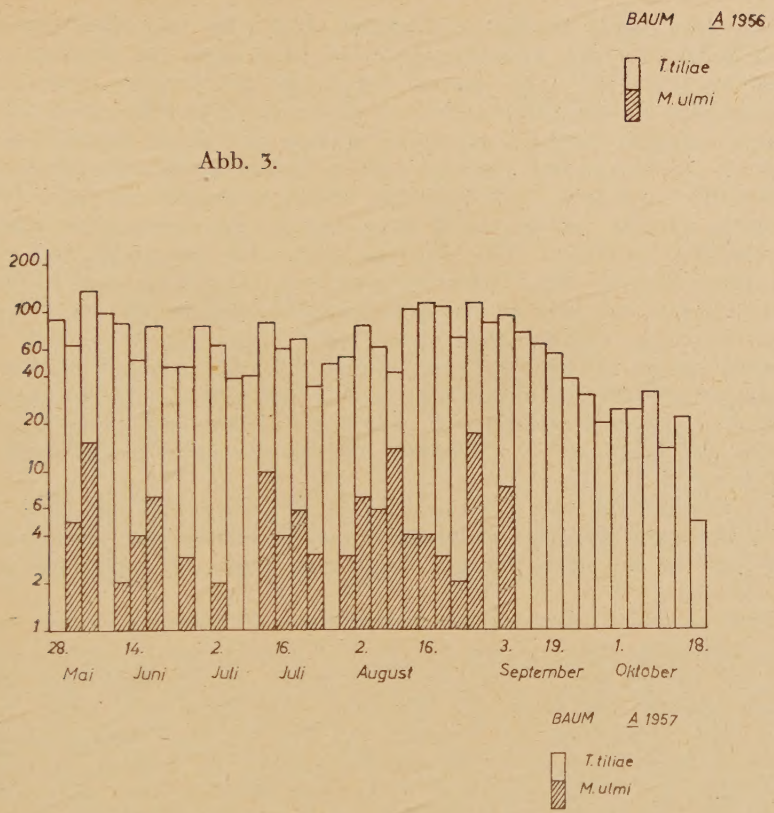

BAUM A 1956
T. tiliae
M. ulmi
200
100
60
40
20
10
6
4
2
1
28. Mai
14. Juni
2. Juli
16. Juli
2. August
16.
3. September
19.
1. Oktober
18.
BAUM A 1957
T. tiliae
M. ulmi

Abb. 3.

Abb. 4.

200
100
60
40
20
10
6
4
2
1
6. Mai
16.
3. Juni
18.
1. Juli
15.
1. August
15.
2. September
16.
3.
17. Oktober
28.

Um einen Anhalt darüber zu gewinnen, ob eine Zu- oder Abwanderung von Milben bei den Versuchsbäumen zu verzeichnen ist, wurden von 1956 bis 1958 jedes Jahr um das Zelt herum mit Vaseline bestrichene Glasscheiben aufgestellt, und zwar in ½, 1 und 1½ m Höhe. Zwei Glasscheiben standen sich dabei gegenüber, die eine mit Vaseline versehene dem Zelt zu-, die andere ihm abgewandt. Diese Platten wurden allwöchentlich kontrolliert und dann frisch bestrichen wieder aufgestellt. Im Jahre 1956 konnten wir alle Stadien von *M. ulmi* darauf registrieren, selten waren Raubmilben zu finden. Auch *Bryobia rubrioculus* (Scheuten) fand sich im Jahre 1956 auf den Platten ein, und zwar saßen Jung- wie Alttiere mitten darauf. Sie konnten also nicht vom Erdboden her an dem Gestell heraufgelaufen, sondern mußten von außen durch den Wind auf die Platten geweht worden sein. So ist es erklärlich, daß während der Vegetationsperiode 1957 *Br. rubrioculus* in dem Zelt auftrat und die Bäume besiedelte. Diese Möglichkeit war durch das Vorkommen dieser Schadmilbe auf Birn- und Apfelbäumen der Nachbarschaft des Versuches gegeben.

Im Sommer 1957 kam die zugewanderte *Br. rubrioculus* auf Baum A aber noch nicht zum Zuge, sie war zahlenmäßig nicht stärker als *M. ulmi* vertreten. In der logarithmischen Darstellung wurde sie daher nicht berücksichtigt.

Nach unseren Laboratoriumsversuchen nimmt *T. tiliae* die Alttiere von *Br. rubrioculus* ebenso wenig wie deren Wintereier an. Es besteht also bei der zweiten und dritten Generation dieser Art die Möglichkeit der Wintereiablage und somit der Erhaltung einer Population. Durch das Hin- und Herwandern der Bryobien von Blatt zu Holz, bedingt durch ihren Entwicklungsgang, stehen den Raubmilben als Nahrung weniger Individuen zur Verfügung, als in Wirklichkeit auf dem Baum vorhanden sind. Auch bei *Br. rubrioculus* stimmen unsere Befunde nicht mit denen von Herbert überein, nach dessen Prüfungen *T. tiliae* alle Stadien dieser Schadmilbe, einschließlich der Wintereier angreifen soll.

Die *T. tiliae*-Population hat sich im Jahre 1957 auf dem eingezelteten Baum noch fast in der gleichen Höhe halten können wie im Vorjahre. Auffällig war gegen den Herbst zu eine relativ starke Mortalität der erwachsenen Raubmilben, zu einer Zeit, wo normalerweise noch keine Abwanderung ins Winterlager stattfindet. Dies wird auf das Nachlassen der notwendigen Nahrungsquellen zurückgeführt. Die Einzeltiere schienen so geschwächt, daß sie bereits vor Eintritt des Winters abstarben. Danach war zu erwarten, daß die *Typhlodromus*-Population nur schlecht die kalte Jahreszeit überstehen dürfte und in geringerer Stärke im Frühjahr 1958 aus ihren Verstecken erscheinen würde.

Tatsächlich ließ sich im Frühling 1958 auf Baum A (eingezeltet, unbehandelt) eine kleinere Anzahl von überwinterten Weibchen der Raubmilben feststellen. Trotzdem nach den Auszählungen von wöchentlich zweimal 25 Blatt im Jahre 1957 *Br. rubrioculus* völlig unbedeutend war,

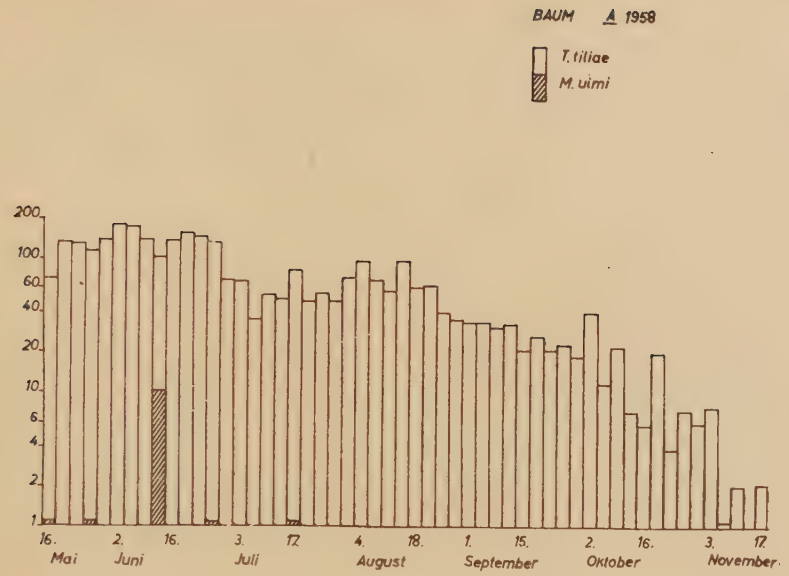


Abb. 5.

sind doch so viel Weibchen der Schadmilbe am Leben geblieben, daß eine beachtliche Zahl von Wintereiern abgelegt werden konnte. Bei *Br. rubrioculus* ist auch bei einer geringen Ablage von Wintereiern die Erhaltung einer Population gewährleistet, und das um so mehr, als bei dieser Art keine Männchen vorkommen. Von *M. ulmi*, die ihr ganzes Leben auf den Blättern verbringt und nur ihre Wintereier auf Holz ablegt, war 1957 kaum noch etwas übriggeblieben, so daß sich in der Vegetationsperiode 1958 nur ganz selten ein Exemplar sichten ließ (Abb. 5).

Im Frühjahr 1958 herrschte fast bis Mitte April kaltes Wetter mit Nachtfrösten und Schneefällen. Erst gegen Ende des Monats setzte eine Besserung ein, und es folgte eine Periode trockener und warmer Witterung. Diese brachte es mit sich, daß die Vegetation schlagartig in Gang kam. Die Larven von *Br. rubrioculus* schlüpften aus den Wintereiern und suchten die jungen Apfelblättchen auf. Die etwa zur gleichen Zeit ihre Winterruhe verlassenden Raubmilben fanden auf dem Holz und den jungen Blättchen Futtertiere vor, die sie in die Lage versetzten, schon frühzeitig mit der Eiablage zu beginnen. So fanden wir also bei den ersten Auszählungen im Mai trotz geringerer Anzahl legebereiter *tiliae*-Weibchen eine größere Anzahl von Raubmilbeneiern vor als in den vergangenen Jahren bei stärkerer *tiliae*-Population.

Die Bryobien konnten aber nur anfangs zunehmen, der größte Teil der Larven fiel den Raubmilben zum Opfer. Trotz des guten Startes hat

sich die Raubmilbenpopulation auf Baum A nicht auf gleicher Höhe halten können, da nach Verzehr der vorhandenen *Br. rubrioculus* sich ein Nahrungsmangel bemerkbar machte. Erstens einmal gingen die Eiablagen nach kurzer Zeit zurück, ab Juli ließen sich nur noch ganz wenige und ab August keine mehr auffinden, während in stets unbehandelten Obstanlagen bis in den Oktober hinein die Eier der Raubmilben auf den Blättern vorhanden sind.

Zweitens konnten wir eine wesentlich größere Sterblichkeit unter den Raubmilben feststellen, die bereits im Mai ihren Anfang nahm und sich auch auf die Nymphen erstreckte. Gewiß kann man einen kleinen Prozentsatz davon auf Rechnung der normalen Mortalität setzen, aber früher wurden nie tote Nymphen auf den Blättern gesichtet. Es handelte sich meist um das 1. Nymphenstadium, das zu seiner Entwicklung mehr Futter benötigt als die andern. Ist einmal die Umwandlung zur zweiten Nymphe erfolgt, macht sich die Empfindlichkeit gegen Nahrungsmangel nicht mehr ganz so bemerkbar, und die Tiere können sich länger mit pflanzlicher Nahrung über Wasser halten.

Ab Juli nahm die Zahl der toten Imagines zu, sie überstieg an manchen späteren Auszählungstagen diejenige der lebend auf den Blättern angetroffenen. Aus den genannten Gründen fiel trotz der relativ guten Anfangsbedingungen die Populationsdichte von *T. tiliae* in der Vegetationszeit 1958 langsam, aber sicher ab (Abb. 5). *Br. rubrioculus* ist noch immer nicht restlos verschwunden, und ebenso sind bis November noch Tarsonemen und Eriophyiden vorhanden gewesen. Nach den Behauptungen von Chant (1959) sollen die Eriophyiden das Vorzugsfutter der Typhlodromiden sein. Wenn dem so wäre, dann dürfte die vorher geschilderte Sterblichkeitsquote unter den Raubmilben nicht so groß und die Population der Eriophyiden längst verschwunden sein. Nach unseren Beobachtungen besteht eine Präferenz für *M. ulmi* und die Jugendstadien von *Br. rubrioculus*.

Für das Jahr 1958 wurden die Populationen der beiden Schadmilben jeweils mit derjenigen von *T. tiliae* getrennt logarithmisch dargestellt. In diesem Zusammenhang interessiert nur *M. ulmi*, der Einfluß auf *Br. rubrioculus* wird an anderer Stelle besprochen. Abb. 6 zeigt das Verhältnis der lebenden zu den toten *T. tiliae*, wobei noch einmal bemerkt werden muß, daß es sich um Alt- wie Jungtiere handelt. Man erkennt die Zunahme der toten Individuen im Laufe der Vegetationsperiode. Von September an übersteigt die Zahl der Toten die der Lebenden.

Es ist darauf hinzuweisen, daß wir durch die Blattentnahme für unsere Auszählungen den Bestand der Raubmilben während jedes Jahres künstlich verkleinerten. Da wir die abgesammelten *T. tiliae* nicht wieder auf die Bäume verbrachten, sind diese Exemplare von einer Weiterentwicklung bzw. Fortpflanzung innerhalb ihrer Population ausgeschaltet worden. Als Beispiel sei das Jahr 1958 genannt, in dem während des Sommers

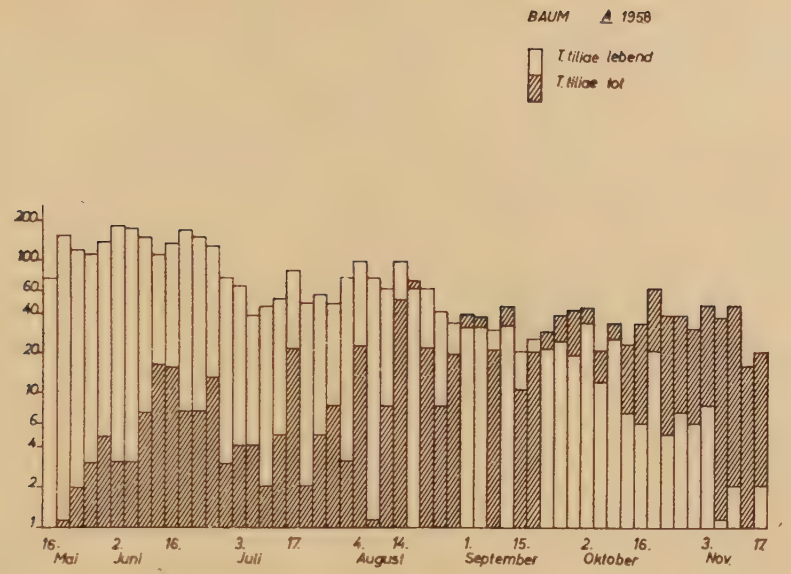


Abb. 6.

allein von Baum A 3225 Stadien von *T. tiliae* (einschließlich der Eier) entfernt wurden. Unter normalen Verhältnissen wäre also die Anzahl der auf den Blättern lebenden Raubmilben wesentlich höher. Dies trifft zwar auch für *M. ulmi* zu, spielt hierbei praktisch aber keine Rolle, da die Schadmilbe ja sowieso langsam verschwunden ist.

Als Gesamtresultat dieses fünfjährigen Versuches ist für Baum A festzuhalten, daß die Raubmilbe *T. tiliae von* großem Einfluß auf *M. ulmi* war. Innerhalb von zwei Jahren hat sie die vorhandene, relativ hohe Schadmilbenpopulation völlig zum Erliegen gebracht und sich dann mit Hilfe anderweitigen tierischen Futters halten können. Da dieses aber nicht ausreichte, um den Fortgang der Population zu gewährleisten, machten die Einzeltiere nach unseren Beobachtungen mehr und mehr einen geschwächten Eindruck. Ihre Beweglichkeit ließ nach, und die kannibalistischen Neigungen nahmen zu. Wie aus Laboratoriumsuntersuchungen hervorgeht, fallen die stärkeren Milben über die schwächeren her, um sie auszusaugen. Die gleiche Beobachtung wurde auch an den Raubmilben des Freilandzeltversuches gemacht. Es ist naheliegend, daß ein Teil, vor allem der Jugendstadien, der auf den Blättern tot aufgefundenen Milben ihren Artangehörigen zum Opfer gefallen ist. Auf Grund dieser Erfahrungen ist zu erwarten, daß die Raubmilbenpopulation in sich zusammenbricht, wenn sich nicht andere Futterquellen öffnen oder eine Abwanderung eintritt.

Der freistehende, unbehandelte Baum C zeigte zu Beginn des Versuches im Jahre 1954, wie bereits ausgeführt, einen ähnlichen Besatz mit *M. ulmi* wie der Parallelbaum A. Durch die Lage des Versuchsgartens am offenen Feld neben einer ebenfalls regelmäßig behandelten Anlage des hiesigen Obstbauinstitutes ist das Vorkommen von räuberischen Insekten seit jeher in ihm außerordentlich gering gewesen. Auch nach Herausnahme der genannten Versuchsbäume aus der Spritzfolge hat sich dies bei den nunmehr unbehandelt gebliebenen Bäumen nicht wesentlich geändert. Es sind zwar durch Abklopfungen folgende Räuber auf Baum C ermittelt worden: *Chrysopa vulgaris* Schneid., *Scymnus punctillum* Weise, *Anthocoris nemorum* L., *Orius minutus* L., *Campylomma verbasci* Mey.-D., *Atractomus mali* Mey.-D., *Heterotoma meriopterum* Scop. und dazu die Raubmilben *Typhlodromus tiliae* und *Mediolata mali*. Bei den Auszählungen der Blätter fanden wir aber nur selten Stadien eines der genannten Insekten vor. Bewußt wurde davon Abstand genommen, sie zahlenmäßig mit zu erfassen, weil solche Auszählungen kein genaues Bild ihres Einflusses widerspiegeln. Und dennoch müssen wir eine gewisse Wirksamkeit einkalkulieren. In den logarithmischen Darstellungen haben wir uns auf die Wiedergabe des zahlenmäßigen Auftretens der Raubmilben beschränkt. Unsere Ausführungen über die Einwirkung dieser auf die gegebene Spinnmilbenpopulation müssen also unter Berücksichtigung der eben geschilderten Gesichtspunkte verstanden werden.

Wie aus Abb. 7 ersichtlich ist, machte sich 1954 der Einfluß von *T. tiliae* ab Mitte Juli deutlich bemerkbar, die Population von *M. ulmi* fällt schroff ab. Im zweiten Versuchsjahr 1955 lag die Besatzesdichte der Schadmilbenpopulation auf Baum C (Abb. 8) im Vergleich zum Vorjahre erheblich niedriger. Ähnlich wie auf Baum A kam der Aufbau im Frühjahr trotz Vorliegens günstiger Witterungsbedingungen nur schwer in Gang. Auch hier ist der Einfluß der Räuber klar ablesbar. *T. tiliae* hat sich aber nicht zu einer solchen Populationshöhe entwickeln können wie auf Baum A. *M. ulmi* war bis zum Schluß der Vegetationsperiode auf den Blättern vorhanden, wenn auch in bescheidenem Ausmaße.

Für das Jahr 1956 hätte man auf Grund dieser Erfahrungen eine gleiche geringe Anfangspopulation von *M. ulmi* erwartet. Erstaunlicherweise war sie aber bei Beginn der Untersuchungen im Mai wesentlich höher (Abb. 9), der Besatz lag bei knapp 200 Exemplaren auf 25 Blatt. Diese Tatsache soll hier nicht weiter diskutiert werden, es interessiert mehr die Relation von Schad- zu Raubmilbe.

Die Population von *M. ulmi* stieg in mehreren Sprüngen zu doppelter Höhe an und hielt noch Mitte August ihre Anfangsstärke. *T. tiliae* vermehrte sich dem Vorjahre gegenüber zwar auch ein wenig, schaffte es aber nicht, die Obstbaumspinnmilbe auszuschalten, wie es auf Baum A geschehen ist.

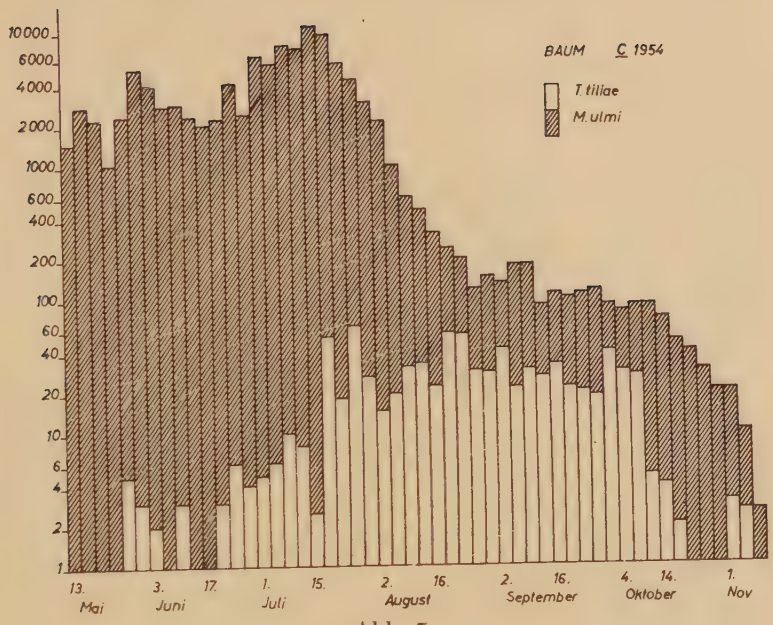
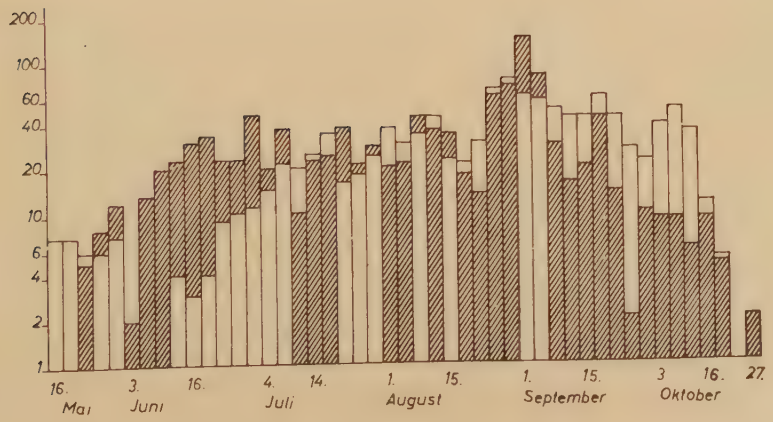

BAUM C 1954
T. tiliae
M. ulmi
10000
6000
4000
2000
1000
600
400
200
100
60
40
20
10
6
4
2
1
13. Mai
3. Juni
17.
1. Juli
15.
2. August
16.
2. September
16.
4. Oktober
14.
1. Nov

Abb. 7.

BAUM C 1955
T. tiliae
M. ulmi

Abb. 8.


200
100
60
40
20
10
6
4
2
1
16. Mai
3. Juni
16.
4. Juli
14.
1. August
15.
1. September
15.
3 Oktober
16.
27.

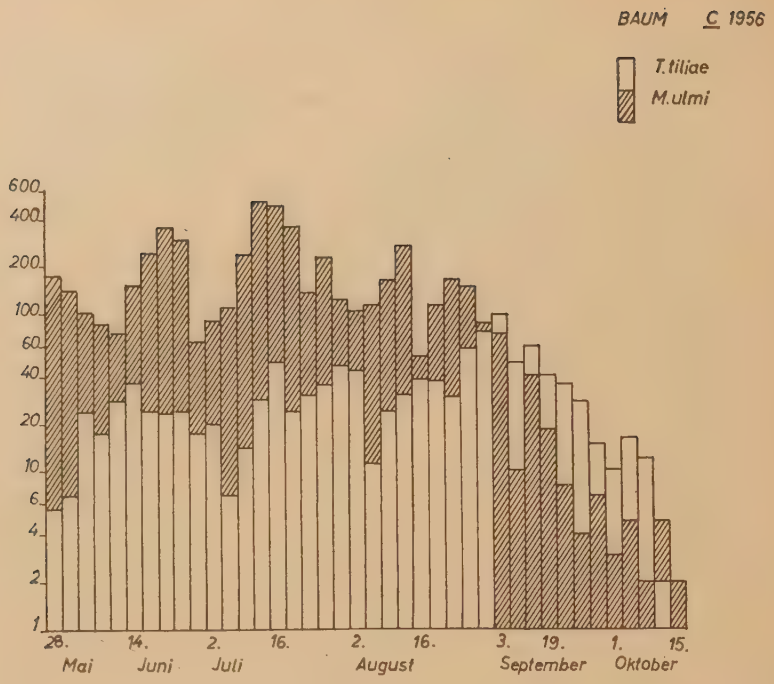


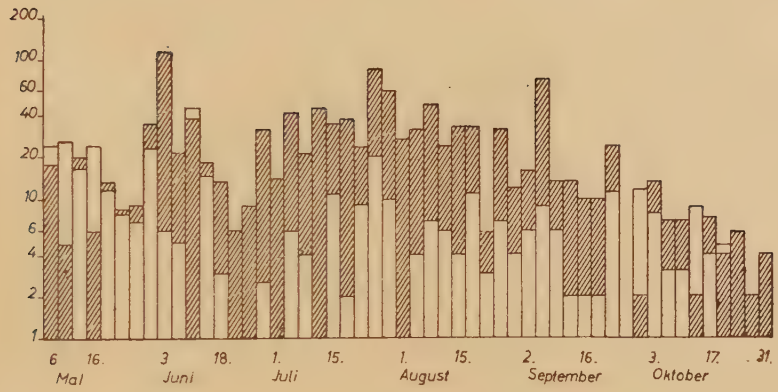
Abb. 9.

Gänzlich uneinheitlich stellt sich uns das Bild auf Baum C im Jahre 1957 dar (Abb. 10). Beide Milbenarten sind in ihrer Gesamtzahl zurückgegangen. Aber beide sind vorhanden, und ihre Populationen bieten ein ständiges Auf und Ab. *M. ulmi* ist fast bedeutungslos geworden.

Das fünfte Versuchsjahr zeigt (Abb. 11) ab Ende Mai etwa das gleiche Bild wie das Jahr 1956. Auf dem nicht eingezelteten, unbehandelten Baum C war von Beginn der Auszählungen an bis Mitte Juni eine zwar relativ schwache, aber gleichmäßige Besiedlung von *M. ulmi* auf den Apfelblättern zu verzeichnen. Auch hier hatte sich das warme Frühlingswetter dahingehend ausgewirkt, daß die Schadmilbenpopulation größer war als im Vorjahre im gleichen Zeitabschnitt. Dann wurde diese in der Hauptsache durch *T. tiliae* reduziert, denn andere nützliche Insekten waren ja wenig vorhanden, weil die umliegende Obstanlage regelmäßig mit Insektiziden versehen wird. Mit dem Rückgang von *M. ulmi* war eine ähnliche Situation gegeben wie auf dem eingezelteten Baum A. *T. tiliae* vermehrte sich nicht weiter, sondern hielt sich ebenso wie *M. ulmi* in geringem Umfang auf den Blättern. Baum C bietet heute, nachdem er fünf Jahre lang aus der Spritzfolge herausgenommen worden ist, in

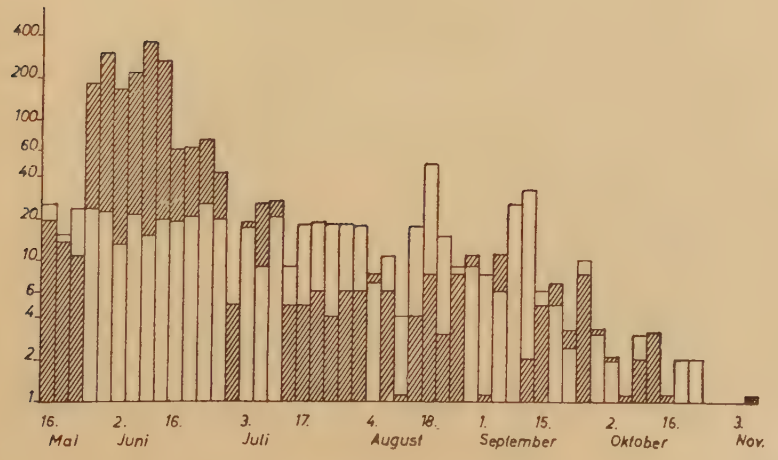
BAUM C 1957
T. tiliae
M. ulmi

Abb. 10.


200
100
60
40
20
10
6
4
2
1
6 16. 3 18. 1. 15. 1. 15. 2. 16. 3. 17. 31.
Mai Juni Juli August September Oktober

BAUM C 1958
T. tiliae
M. ulmi

Abb. 11.


400
200
100
60
40
20
10
6
4
2
1
16. 2. 16. 3. 17. 4. 18. 1. 15. 2. 16. 3.
Mai Juni Juli August September Oktober Nov.

bezug auf seinen Besatz an Spinn- und Raubmilben das Bild eines Apfelbaumes in einer unbehandelten Anlage.

Auch *Bryobia rubrioculus* hatte sich, wie nicht anders zu erwarten war, im Jahre 1957 auf diesem freistehenden Baum eingefunden. Sie kam aber nicht zum Zuge und ging zahlenmäßig 1958 so weit zurück, daß sie gänzlich unberücksichtigt bleiben konnte. Dies deckt sich mit den Erfahrungen von Kuenen (1956), daß *Br.* dort nicht Fuß fassen kann, wo *M. ulmi* zuerst das Feld beherrscht. Auf dem eingezelteten Baum A war *M. ulmi* ja fast verschwunden, als sich *Br.* dort ansiedelte.

Wie bereits eingangs ausgeführt, bekam der eingezeltete Baum B jährlich im Mai eine Spritzung mit DDT. Diese bewirkte im ersten Versuchsjahr ein Anschwellen der *M. ulmi*-Population bis auf 20.000 Stadien (einschließlich der Eier) auf 25 Blatt. *T. tiliae* wurde im Gegensatz dazu fast ausgemerzt. Während der ganzen Vegetationsperiode konnten nur 26 Exemplare gezählt werden, die sich derart auf die einzelnen Bonitierungstermine verteilten, daß sie logarithmisch nicht erfaßt werden konnten. Aus diesem Grunde wurde von der Wiedergabe des zahlenmäßigen Auftretens der Milben im Jahre 1954 Abstand genommen.

Es müssen aber doch eine Anzahl Raubmilben den Winter überstanden haben, denn im Frühjahr 1955 waren etliche auf den Blättern vorhanden.

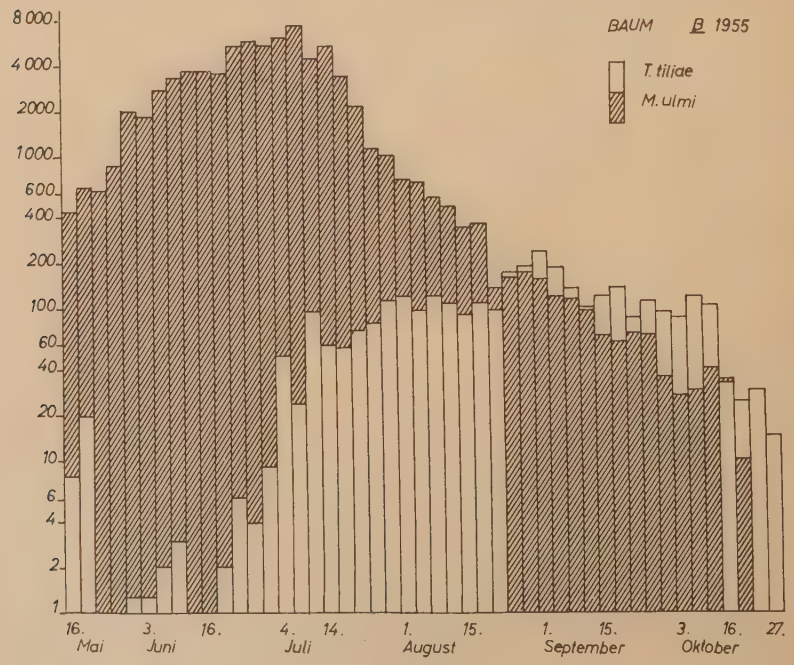


Abb. 12.

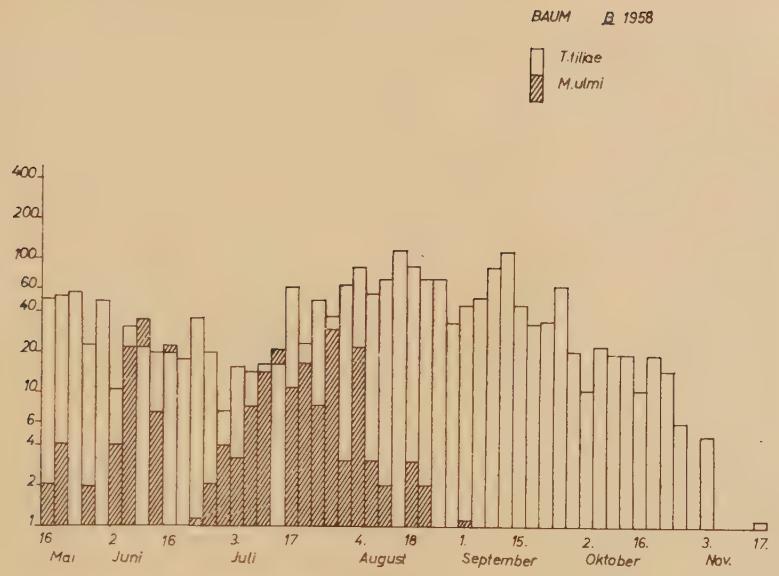


Abb. 13.

Nach der DDT-Spritzung waren sie fast verschwunden, erst von Ende Juni an stieg ihre Population, begünstigt durch das reiche Nahrungsangebot von Schadmilben. Der Einbruch in die *M. ulmi*-Population begann bereits in der zweiten Julihälfte, er ist deutlich aus Abb. 12 zu erkennen.

In den folgenden Jahren spielte sich auf dem eingezelteten, DDT-behandelten Baum B das gleiche ab, wie auf dem unter denselben Bedingungen stehenden Baum A. 1956 erreichte die Schadmilbenpopulation noch eine beträchtliche Höhe, nicht ganz 3000 Stadien auf 25 Blatt gegenüber 7000 des Vorjahres. Erst von 1957 an überragten die Zahlen der Raubmilben die der vorhandenen *M. ulmi*, letztere spielte praktisch keine Rolle mehr. Abb. 13 zeigt die Befunde von 1958. Nur an drei Auszählungstagen konnten wir mehr Exemplare der Schadmilbe registrieren als von Raubmilben. Die DDT-Spritzung machte sich bei *M. ulmi* im Laufe der Jahre immer weniger bemerkbar, je mehr sich die Ausgangspopulation verringerte.

Während man 1955 durch die DDT-Behandlung eine deutliche Reduktion von *T. tiliae* feststellen konnte, verwischt sich dies in den nächsten Jahren, und 1958 kann man kaum noch von einem wesentlichen Einfluß der Spritzung auf die Raubmilben sprechen. Wohl ging die Population jedesmal stark zurück, blieb aber doch so weit bestehen, daß sie sich schnell wieder erholen konnte. Der Gedanke eines Resistentwerdens der letzteren drängt sich hierbei auf. Dieser Frage wird zur Zeit nachgegangen, es wird später darüber berichtet werden.

Die Entwicklung der beiden Milbenpopulationen auf dem freistehenden Baum D verlief ähnlich wie auf dem ebenfalls mit DDT behandelten, eingezelteten Baum B. Die Anfangspopulation lag auf dem freistehenden tiefer, demzufolge erreichte die Besatzesdichte der Schadmilbe nicht die Spitze wie auf Baum B, und doch ist die gleiche Tendenz vorhanden. Durch das weit geringere Nahrungsangebot konnte *T. tiliae* nicht dieselbe große Vermehrungsquote erzielen, was sich bis 1958 bemerkbar macht (Abb. 13). Vergleicht man Abb. 14 und 13, so läßt sich auch an diesem Baum der reduzierende Einfluß der Raubmilben erkennen.

Insgesamt zeigt also dieser über 5 Jahre kontrollierte Versuch auf allen 4 Bäumen einwandfrei die Wirksamkeit von *T. tiliae* auf *M. ulmi*. Am deutlichsten ablesbar ist dies bei dem eingezelteten, nicht behandelten Baum A, wo die Typhlodromide allein am Werk sein konnte und andere biotische Faktoren ausgeschaltet waren. Praktisch ist hier die Schadmilbe bereits nach 2 Jahren bedeutungslos geworden.

Daß bei den freistehenden Bäumen diese Entwicklung nicht so gleichmäßig und schnell verlaufen kann, liegt auf der Hand. Trotzdem hat sich auf diesen im Laufe der Jahre ein Gleichgewicht eingestellt, denn die *M. ulmi*-Population ist auch hier auf einen unwesentlichen Befall herabgesunken. Dies fällt zum allergrößten Teil auf das Konto von *T. tiliae*.

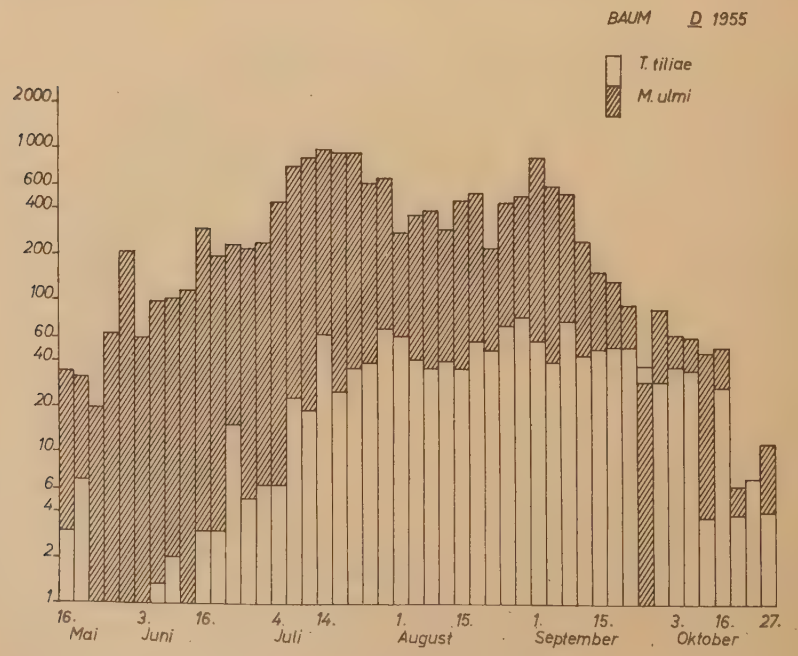


Abb. 14.

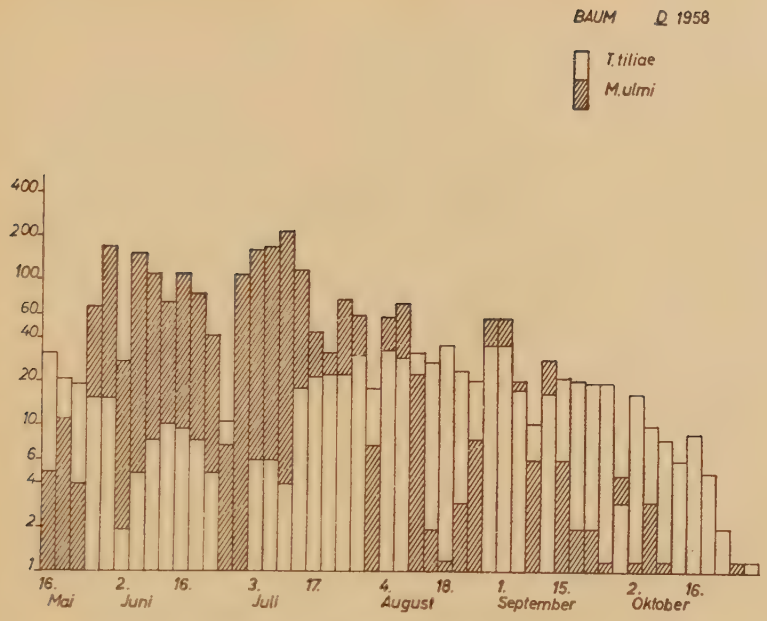


Abb. 15.

Neben den biotischen Faktoren spielen auch abiotische in dem gesamten Versuch eine Rolle. Von den klimatischen sind die unterschiedlichen Temperaturen von nur untergeordneter Bedeutung. Messungen innerhalb und außerhalb des Zeltes ergaben geringfügige Differenzen (zirka 1°), die keine großen Verschiebungen im Aufbau der Milbenpopulationen bewirken können, noch dazu, wo sie Schad- wie Raubmilben in gleicher Weise treffen.

Mehr in Rechnung zu setzen wäre der Faktor Luftfeuchtigkeit, die im allgemeinen im Zelt über der des Freilandes lag. Aber auch diesen Bedingungen unterlagen ja Schad- wie Raubmilben im selben Maße, und sie können bei der Betrachtung des Ablaufs der Milbenentwicklung auf den einzelnen Bäumen über die Jahre hinweg vernachlässigt werden.

Die freistehenden Bäume sind der Einwirkung des Windes ausgesetzt, durch den Milbenstadien und Insekten zu- oder auch abgeweht werden können. Baum A und B sind durch die Gazebespannung dagegen weitgehendst geschützt.

Es kam bei dem Versuch nicht darauf an, die Einzelbäume miteinander zu vergleichen. Und bei der Betrachtung jedes Baumes, der die Jahre hindurch den gleichen Bedingungen unterworfen war, konnten diese eben behandelten unterschiedlichen abiotischen Einflüsse außer acht gelassen werden.

Während die eingezelteten Bäume vor der Zuwanderung von Insekten und anderen Arthropoden geschützt waren, hatten diese Zutritt zu den freistehenden. Wenn wir sie auch zahlenmäßig nicht berücksichtigt haben, so muß man doch ihre Anwesenheit in Rechnung setzen. Nach neueren Untersuchungen (Krämer 1960) spielt auch der Einfluß verschiedener Arthropodenarten auf die Raubmilben eine nicht zu unterschätzende Rolle. Einige Wanzen, Florfliegen sowie echte Spinnen greifen in den Populationsverlauf der Raubmilben ein und können als deren Feinde gelten. Bestimmte Stadien dieser Arthropoden bevorzugen sogar Raubmilben als Futter und schränken daher deren Tätigkeit in mehr oder minder großem Umfange ein.

In behandelten Anlagen finden wir, wie allgemein bekannt, selten Raubmilben und Arthropoden in größeren Mengen vor, und daher haben die Schadmilben die Möglichkeit, hohe Populationsdichten zu entwickeln. Durch die fortwährende Ausmerzung der Nützlinge bei Anwendung von Insektiziden berauben wir uns der so notwendigen Helfer im Kampf gegen die Obstbaumspinnmilbe. Es muß daher die Forderung erhoben werden, die als einflußreich erkannte Raubmilbe *T. tiliae* weitgehendst zu schonen, und zwar durch eine anders geartete Spritzfolge. Ansätze dafür, daß einzelne chemische Präparate eine Raubmilbe mehr oder minder schonen, liegen durch die Arbeiten von Bravenboer (1959) vor, der für *T. longipilus* Nesbitt solche Mittel angibt. Die gleichen Untersuchungen müßten für *T. tiliae* durchgeführt werden, die in ihrer Wirksamkeit *T. longipilus* weit übertrifft.

Daß *T. tiliae* auch unter andern Klimaten ihren Einfluß auszuüben vermag, konnte durch einen Parallelversuch im Raum von Oldenburg bewiesen werden. Der Besatz mit *M. ulmi* war dort im ersten Untersuchungsjahr nicht so hoch wie in Stuttgart-Hohenheim. Als einzige Raubmilbe kam in dem gepflegten Erwerbsobstgarten *T. zwoelferi* Dosse vor, und zwar, wie nicht anders zu erwarten, in bescheidenem Ausmaße. In Laboratoriumsuntersuchungen wurde die Biologie dieser neuen Raubmilbenart geklärt und dabei die Feststellung gemacht, daß sie in ihrem ganzen Lebenszyklus stark flüssigkeitsbedürftig ist. Alle Stadien brauchen neben der tierischen Nahrung weit mehr Feuchtigkeit als die bisher von uns untersuchten Typhlodromiden. Bei Trockenheit gehen sie zugrunde (Dosse 1957).

In Oldenburg ist im Gegensatz zu Stuttgart-Hohenheim das rauhere Klima. Viele Winde bringen eine größere Trockenheit mit sich, als wir sie hier zu verzeichnen haben. Durch Messungen mit dem Thermohygrographen wurde diese Tatsache festgestellt. Daher nimmt es nicht wunder, daß wir diese Raubmilben auf den Versuchsbäumen meist in den inneren unteren Teilen der Krone fanden und nicht über den ganzen Baum bis außen hin verteilt. Auch besiedelten sie im übrigen Obstgarten die unter den Bäumen anstehenden Unkräuter und Wasserschosse der Apfelbäume, wie aus mehreren Bonitierungen an Ort und Stelle hervorging. In diesen

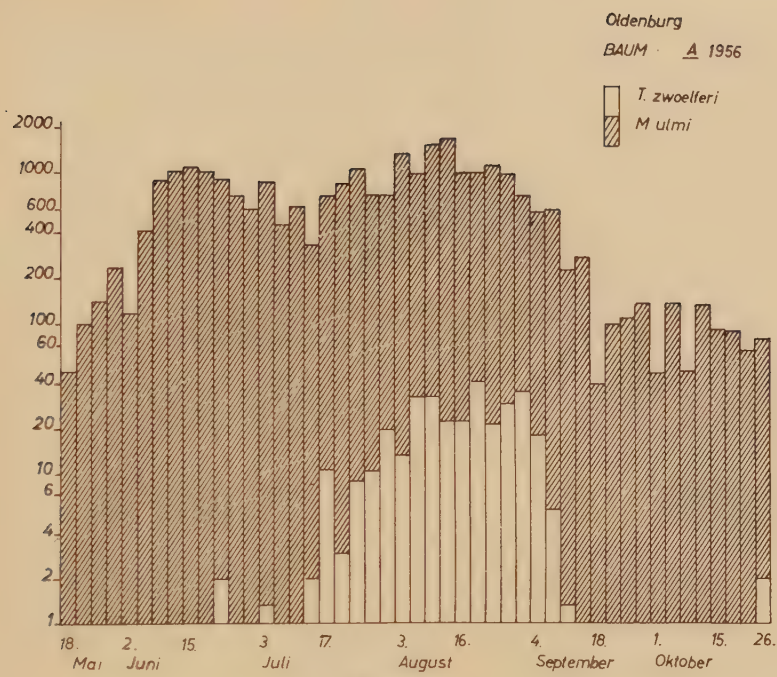


Abb. 16.

Reservoiren entgingen sie den sommerlichen Spritzungen, bei denen viel Insektizide in Anwendung kamen. Auf den Blättern der gespritzten Bäume waren sie bei keiner Untersuchung anzutreffen.

Nach den gemachten Erfahrungen war nicht zu erwarten, daß *T. zwoelferi* trotz Vorliegens ausreichender Futtermengen von großer Wirksamkeit auf *M. ulmi* sein würde. In jedem Jahr war sie auf dem eingezelteten, unbehandelten Versuchsbaum vorhanden, trat aber nicht vor Juli auf den untersuchten Blättern in Erscheinung und erreichte in den ersten drei Jahren im Höchstfalle 40 Stadien auf 25 Blatt. Abb. 16 gibt das Bild der Populationsdichte von Schad- wie Raubmilben zu Versuchsbeginn wieder.

Nach drei Jahren war der Besatz mit Raubmilben eher kleiner geworden, während *M. ulmi* sich halten bzw. leicht vermehren konnte. Damit war ersichtlich, daß *T. zwoelferi* auch unter den gegebenen günstigen Versuchsbedingungen nicht in der Lage war, einen nennenswerten Einfluß auf die Obstbaumspinnmilbe auszuüben. Aus diesem Grunde wurde im Oktober 1958 *T. tiliae* von Hohenheim nach Oldenburg verfrachtet und 60 befruchtete Weibchen auf diesem Baum A ausgesetzt. *T. tiliae* sollte in Großenkneten bei Oldenburg überwintern, und im vierten Versuchsjahr mußte sich zeigen, ob ihre Ansiedlung erfolgreich

war und wieweit man dort ihre Tätigkeit spüren würde. Abb. 17 gibt die Auszählungen von 1959 wieder. Man erkennt deutlich die Zunahme der Raubmilben, die sich jetzt aus zwei Arten zusammensetzen. Kontrollen ergaben, daß über 95% auf das Konto der Hohenheimer Art *T. tiliae* entfielen.

In diesem Jahre waren die Raubmilben früher auf den Blättern anzutreffen, ihre Höchstzahl erreichte 100 auf 25 Blatt, und bis in den Oktober hinein konnten sie sich in dieser Höhe behaupten. Während in den Vorjahren *M. ulmi* bis zum Schluß der Auszählungen die Blätter besiedelte, ist sie praktisch ab Mitte September 1959 verschwunden. Der Abfall der Schadmilbenpopulation erfolgte ganz plötzlich und unvermittelt in der zweiten Julihälfte, zu einer Zeit, wo der natürliche Rückgang noch keine Rolle spielen kann. Es ist deutlich, daß *T. tiliae* das geschafft hat, was *T. zwoelferi* nicht leisten konnte. Es ist die Parallele zu dem Ergebnis des Hohenheimer Versuches und beweist, daß diese Raubmilbenart unter den verschiedensten Klimaten wirkungsvoll ist.

Aus dem Versuch geht weiter hervor, daß die Umweltsansprüche der einzelnen *Typhlodromus*-Arten unterschiedlich sind. Nicht von jeder Art läßt sich also von vornherein so große Wirksamkeit voraussetzen, wie die bei uns weit verbreitete und anpassungsfähige *T. tiliae* gezeigt hat. Collyer (1958) bestätigt diese Tatsache im Vergleich von *T. tiliae* zu anderen Typhlodromiden. Es muß also für jedes Areal das Vorkommen der

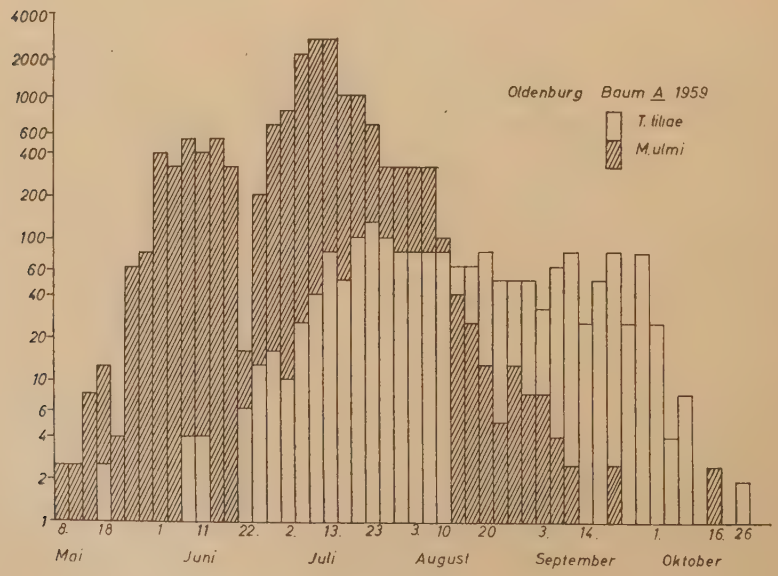


Abb. 17.

räuberischen Milben überprüft werden, um zu entscheiden, inwieweit bei der Spritzfolge deren Tätigkeit berücksichtigt werden muß. Haben wir es mit *T. tiliae* zu tun, ist diese durch entsprechende Auswahl der Mittel unbedingt zu schonen.

Zusammenfassung

In einem über 5 Jahre laufenden Freilandversuch an Apfel (Ontario Renette) wurde der Einfluß von *Typhlodromus tiliae* Oud. auf *Metatetranychus ulmi* Koch geprüft. Die Versuchsbäume waren gut mit der Obstbaumspinnmilbe besetzt und wurden aus der normalen Spritzfolge völlig herausgenommen.

Auf einem eingezelteten, unbehandelten Baum, wo nur Raubmilben als einzige natürliche Feinde auf die Schadmilben einwirkten, wurde die Population der letzteren innerhalb von 2 Jahren fast auf Null reduziert. Auf einem freistehenden, ebenfalls unbehandelten Baum, zu dem auch Arthropoden Zutritt hatten, stellte sich im Laufe der 5 Jahre ein Gleichgewicht ein. Schad- wie Raubmilben waren vorhanden, jedoch ist die erstere heute völlig bedeutungslos. Die zwei restlichen Versuchsbäume, von denen einer eingezeltet, der andere freistehend war, erhielten in jedem Jahr eine einmalige Spritzung mit DDT, die die Schadmilben stimulierte und die Raubmilbenpopulation stark beeinträchtigte. Aber auch bei diesen beiden Bäumen ist der Einfluß von *T. tiliae* auf *M. ulmi* im Laufe der Jahre deutlich erkennbar. Damit ist der Beweis erbracht, daß auch ohne Anwendung von Insektiziden bzw. Akariziden die Raubmilbe *T. tiliae* allein in der Lage ist, die Obstbaumspinnmilbe *M. ulmi* in Schach zu halten.

Daß dies nicht jeder Typhlodromus-Art gelingt, zeigt ein Parallelversuch im Raum von Oldenburg, wo *T. zwoelferi* Dosse nicht die gleichen Leistungen zu vollbringen vermochte. Die nicht in Oldenburg heimische und dort ausgesetzte *T. tiliae* übte bereits nach einem Jahre einen so starken Einfluß auf *M. ulmi* aus, daß der Schluß erlaubt ist, diese Raubmilbenart kann unter den verschiedensten Klimaten als wirkungsvoller Gegenspieler der Obstbaumspinnmilbe bezeichnet werden. Auf Grund dieser Versuchsergebnisse muß die Spritzfolge in den Erwerbsobstanlagen mit *T. tiliae*-Besatz so eingerichtet werden, daß die Raubmilbe geschont wird.

Summary

The influence of *Typhlodromus tiliae* Oud. on *Metatetranychus ulmi* Koch was examined on orchard trees (Ontario Renette). The trees were withdrawn from the annual spraying and dusting order and showed quite dense populations of spider mites.

Within two years the spider mite population of a cloth wrapped, untreated apple tree was reduced to nearly zero by predator mites, which were the only antagonists for spider mites under those conditions. On

another untreated however uncovered tree reachable by arthropods an equilibrium was approached within 5 years. Predator- and spider mites were present, however the former are unimportant today. Two other apple trees, one of them covered, one uncovered were treated annually by DDT. In this way the number of spider mites increased and the number of predator mites decreased severely. Those two trees however showed again the decreasing influence of *T. tiliae* on *M. ulmi*. There is no doubt that without application of insecticides or acaricides *M. ulmi* is controllable by *T. tiliae*.

Not every *Typhlodromus* species is capable to the same degree in controlling spider mites as shown by a similar experiment with *T. zwoelferi* (Dosse) near Oldenburg (Northern Germany). However *T. tiliae*, never known before in this district, decreased the number of *M. ulmi* considerably when set out to the trees. Consequently *T. tiliae* is able to fight spider mites rapidly under different climatic conditions. By these results the spraying terms in orchards, where *T. tiliae* is present, have to be arranged for protecting the latter from exstirpation.

Literatur

Berker, J. (1958): Die natürlichen Feinde der Tetranychiden. — Z. angew. Ent. **43**, 115—173.

Chant, D. A. (1956): Predacious spiders in orchards in South-Eastern England. — J. Hort. Sci. **31**, 35—46.

Chant, D. A. (1958): On the Ecology of *Typhlodromid Mites* in South-Eastern England. — Proc. X. Intern. Congr. Ent. **4**, 649—658, (1956).

Chant, D. A. (1959): Observations sur la famille de Phytoseiidae. — Acarologia **1**, 11—22.

Collyer, Elsie (1958): Some insectary experiments with predacious mites to determine their effect on the development of *Metatetranychus ulmi* (Koch) populations. — Ent. exp. & appl. **1**, 138—146.

Dosse, G. (1956): Über die Entwicklung einiger Raubmilben bei verschiedenen Nahrungstieren. Pflanzenschutzber. Wien **16**, 122—136.

Dosse, G. (1957): Über einige Faktoren, die den Aufbau einer *Typhlodromus*-Population bestimmen *(Acar., Phytoseiidae)*. — Anz. Schädlingskd. **30**, 23—25.

Dosse, G. (1957): Morphologie und Biologie von *Typhlodromus zwoelferi* n. sp. *(Acar., Phytoseiidae)*. — Z. angew. Ent. **41**, 301—311.

Dosse, G. (1958): Über die phytophagen und räuberischen Milben im südwestdeutschen Raum. — Vortrag Spinnmilbensymposium Aschersleben, 9. Juli 1957, Akad. Landwirtschaftswiss. **17**, 9—29.

Dosse, G. (1958): Über einige neue Raubmilbenarten *(Acar., Phytoseiidae)*. — Pflanzenschutzber. Wien, **21**, 44—61.

Dosse, G. (1957): Der Einfluß von Temperatur und Nahrung auf verschiedene Raubmilbenarten und Hinweise auf die Möglichkeit einer biologischen Bekämpfung von Spinnmilben im Gewächshaus. — Vortrag IV. Intern. Pflanzenschutzkongr. Sept. 1957. Hamburg (im Druck).

Günthart, E. (1956): Das Rote-Spinne-Problem im Weinbau. — Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **65**, 14—20.

Herbert, H. J. (1959): Note on Feeding Ranges of Six Species of Predacious Mites *(Acarina: Phytoseiidae)* in the Laboratory. — Canad. Ent. **91**, 812.

Krämer, Ph. (1960): Untersuchungen über den Einfluß einiger Arthropoden auf Raubmilben. — Dissertation Landw. Hochschule Stuttgart-Hohenheim 1960.

Kuenen, J. (1956): Mündliche Mitteilung.

Löcher, F. (1958): Der Einfluß von Dichlordiphenyltrichlormethylmethan (DDT) auf einige Tetranychiden *(Acari, Tetranychidae)*. — Z. angew. Zool. **45**, 201—248.

Mathys, G. (1956): Das Massenauftreten von Spinnmilben als biozönotisches Problem. — Mitt. Biol. Bundesanst. **85**, 34—40.

Mathys, G. (1958): The Control of Phytophagous Mites in Swiss Vineyards by *Typhlodromus* Species. — Proc. X. Intern. Congr. Ent. **4**, 607—610, 1956.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien, und der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung, Wien-Kaisermühlen)

Chemische Bekämpfung unerwünschter Teichpflanzen mit besonderer Berücksichtigung der Fischtoxizität von Herbiziden

Von

Hans Neururer und Kurt Slanina

I. Einleitung und gegenwärtiger Stand des Problems

Der Pflanzenbestand tritt bei übermäßiger Entwicklung in Teichen, Be- und Entwässerungsgräben sowie auf Uferböschungen oftmals störend in Erscheinung. Entwässerungssysteme sind nicht selten deshalb zum Versagen verurteilt, weil Pflanzenwurzeln in die Gräben- und Rohrsysteme eindringen und den ungestörten Wasserabfluß behindern. In derartigen Störungsfällen findet man dann meist an den schadhaften Stellen abnorme Wurzelanhäufungen, Feinerde und Schlammansammlungen. Um Gräben offen zu halten, muß in gewissen Zeitabständen der Pflanzenbestand entfernt werden, da ansonsten kleinere Grabensysteme vollständig verwachsen würden und stehende Gewässer rascher verlanden. In den für die Erholung der Menschen dienenden Schwimm- und Badeteichen stören gewisse Pflanzenarten nicht nur den normalen Badebetrieb, sondern stellen oftmals eine tödliche Gefahr für den Schwimmer dar.

Für die Durchführung vorliegender Versuche waren außer den eingangs geschilderten Schwierigkeiten einer rationellen Reinigung von Be- und Entwässerungsgräben landwirtschaftlich genutzter Kulturflächen vor allem zahlreiche Klagen über eine starke Vermehrung störender Teichpflanzen in Badegewässern maßgebend. In einem Fall waren über 300 Gartensiedler vor die Wahl gestellt, entweder die in ihrem Teich wuchernden submersen Pflanzen, vorwiegend *Myriophyllum verticillatum* zu entfernen oder auf die Bademöglichkeit zu verzichten. Trotz alljährlich an den Ufern durchgeführter Räumungsarbeiten konnte dem rasch nachwachsenden *Myriophyllum* nicht Einhalt geboten werden. Während über die Bekämpfungsmöglichkeit emerser Ufer- und Teichpflanzen bereits gute Erfahrungen vorliegen, ist der Einsatz chemischer Mittel zur Austilgung submerser Pflanzen noch relativ wenig abgeklärt. Da sich außerdem in den zu behandelnden Teichen meist zahlreiche Fische und Fischnährtiere befinden,

muß auf die Möglichkeit einer Beeinträchtigung derselben durch Chemikalien unbedingt Rücksicht genommen werden. Das Ziel unserer Arbeit war darin gelegen, chemische Unkrautbekämpfungsmittel zu finden, die in stehenden, nicht ablaßbaren Gewässern eine Vernichtung des Pflanzenbestandes, besonders von *Myriophyllum verticillatum* ermöglichen, ohne daß Fische oder Fischnährtiere geschädigt werden. Diese Untersuchungen waren daher in letzterer Hinsicht auch von pflanzenschutzlichem Interesse, da sie Anhaltspunkte für die Fischgefährdung durch Herbizide liefern sollten.

Zu den unerwünschten weichen Unterwasserpflanzen (Kraut) können Vertreter der Dicotyledonen wie z. B. *Myriophyllum*, *Ceratophyllum*, *Utricularia* und der Monocotyledonen wie *Potamogeton*, *Elodea*, *Stratiotes* u. a. zählen. Innerhalb der Gruppe der harten Gelegepflanzen überwiegen die monocotylen Pflanzen wie *Phragmites* (Rohr), *Typha* (Schilf), *Scirpus* (Simse), *Carex* (Segge), *Glyceria*, *Juncus* (Binse) und *Phalaris* (Rohrglanzgras). In manchen Gewässern treten zusätzlich noch verschiedene Algenarten (fädige Chlorophyceen und Conjugaten oder Plankton-Massenentwicklungen = Wasserblüten) störend in Erscheinung.

Wunder (1957) konnte mit NaTA und Ugex (Natriumchlorat + Hormonzusatz) gegen Schilf auf trockengelegten Teichböden gute Erfolge erzielen. Das mit Netzmittelzusatz versehene NaTA sollte in Körnerform (November bis Dezember) auf das abgeschnittene Schilf ausgestreut werden. Die genannten Mittel waren aber gegen Fadenalgen, Wasserlinsen, Wasserpest, Binsen, Simsen, *Heleocharis* und *Glyceria* unwirksam (Wunder 1957). Kramer (1955) erzielte in Versuchen mit einem Wuchsstoffkombinationspräparat (2,4,5-T + 2,4.D) sowie mit Chloratpräparaten und NaTA eine relativ billige und nachhaltige Entkrautung von Be- und Entwässerungsgräben. Er konnte durch Anwendung chemischer Mittel im Vergleich zur bisherigen mechanischen Grabenreinigung den Arbeitsaufwand um 90 bis 97% und die Gesamtkosten um 70 bis 80% senken.

Von den neueren Herbiziden liegen gute Ergebnisse hinsichtlich der Bekämpfung von *Phragmites communis*, *Glyceria aquatica*, *Glyceria fluitans* und *Carex ribaria* mit 25 kg/ha Dalapon vor (Stryckers 1956). Nach Holz (1959) haben sich zur Bekämpfung des Pflanzenwuchses auf trockenen Arealen Simazin, CMU, TCA und Dalapon gut bewährt; die letzteren 2 Präparate waren jedoch nur gegen schilfartige Pflanzen ausreichend wirksam. In wasserführenden Gräben blieben Simazin und CMU unwirksam; die Wirkung von TCA und Dalapon war nur von geringer Dauer. Ausgezeichnete Entkrautungserfolge wurden durch Anwendung einer Herbizidkombination, bestehend aus Simazin, einer chlorierten Fettsäure und Aminotriazol bei einer Pflanzenhöhe von 50 cm und bei niedrigem Wasserstand erzielt (Holz 1959). Über Bekämpfung der im Wasser untergetauchten Pflanzen liegen nach Holz (1959) keine Erfahrungen vor. Gute Ergebnisse in der chemischen Entkrautung der

Be- und Entwässerungsgräben von *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris*, *Carex* sp., *Typha latifolia*, *Caltha palustris*, *Iris pseudacorus*, *Equisetum palustre*, *Polygonum* sp., *Cirsium oleraceum*, *Sonchus paluster*, *Calystegia sepium* und *Mentha aquatica* konnten Kramer und Manzke (1959) durch Anwendung von 50 kg/ha eines Dalaponpräparates (Omnidel Spezial, 82·7% Wirkstoffgehalt) erzielen. Das Natriumtrichloracetat-Präparat Omnidel, 100 kg/ha (84·7% Wirkstoffgehalt), war hinsichtlich der herbiziden Wirkung dem vorhin genannten Präparat weit unterlegen (Kramer und Manzke 1959). Auf trockengelegten Flächen können Schilf, *Carex*- und *Juncus*-Arten sowie andere unerwünschte Sauergräser durch NaTA relativ leicht bekämpft werden (Welte 1956). In nicht ablaßbaren Gewässern ist dagegen nur die Segge vernichtbar, wogegen Schilf und andere Sauergräser gegenüber NaTA kaum reagieren. Der günstigste Anwendungszeitpunkt zur Bekämpfung des Schilfs ist mit dem Erscheinen der Fahnen gegeben (Welte 1956).

Ein Herbizidgemisch, bestehend aus 7·5 kg Monuron, 20 kg Dalapon und 5 kg 2,4-D/ha, das im Juni auf die Grabenpflanzen verspritzt wurde, zeigte (mit Ausnahme gegen Schilf) eine gute Herbizidwirkung (Wilson 1958). Als sehr resistent gegen verschiedene Herbizide bezeichnet Jugovic (1959) *Glyceria* sp. und *Phragmites communis*.

Zur Bekämpfung von Algen werden Kupfersulfat (Härdtl 1955, Url und Fetzmann 1959), 2,3-Dichloronaphthalene und Pyridyl-Quecksilberacetat (Gillard 1958) und CMU (Zonderwijk 1959) genannt. CIPC und 2,3-dichlor-4-naphthochinone waren gegen verschiedene Algenarten weniger wirksam als Kupfersulfat (Jansen, Gentner und Hilton 1958).

Gegen *Myriophyllum heterophyllum*, *Cabomba caroliniana*, *Nymphaea odorata*, *Potamogeton* und andere Wasserpflanzen zeigte 2,4,5-TP (2-2,4,5-trichlorphenoxypropionsäure) in Mengen von 0·5 bis 2 ppm (Präparat mit 42·8% Wirkstoffgehalt) eine ausgezeichnete Wirkung (Boschetti 1959, Younger 1959). Schneider (1959) berichtet über gute Erfolge mit 20 kg Simazin/ha, das als wasserlösliches Pulver gegen *Potamogeton* sp. und fadenförmige Algen in 1·20 m tiefen Teichen appliziert wurde. Auch gegen *Myriophyllum spicatum*, *Cabomba caroliniana* und *Zannichelia palustris* soll Simazin in der genannten Aufwandmenge wirksam sein. Nach Grigsby und Shmith (1958) ist eine Bekämpfung der im Wasser untergetauchten Pflanzen wie *Myriophyllum* sp., *Ceratophyllum* sp. und *Potamogeton* sp. durch 30 bis 35 kg/ha 2,4-D möglich. Dabei soll die Tiefe des Wassers die Herbizidwirkung angeblich nicht beeinflussen. Durch Anwendung von ungefähr 2,3-5 kg/ha Aminotriazol im September konnte *Phragmites* bis zu 98% und *Carex ribaria* bis zu 50% des vorhandenen Bestandes vernichtet werden (Jones 1958). Von einem neuen Präparat mit dem Namen F 98 (als Hauptbestandteil Akrolein), das sich zur Bekämpfung von Wasserunkräutern *(Potamogeton crispus, Elodea densa)*

bewährte, berichtet Overbeck (1958). Chancellor, Coombs und Foster (1958) führten Kupfersulfat einem fließenden Gewässer zu und konnten dadurch *Potamogeton perfoliatus, Myriophyllum spicatum, Lemna minor, Elodea canadensis, Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp., *Enteromorpha intestinalis, Vaucheria* sp. und *Mougeotia* sp. gut bekämpfen. Hingegen erwiesen sich *Alisma Plantago-aquatica, Juncus articulatus, Sparganium* sp., *Callitriche obtusangula, C. stagnalis, C. intermedia, Phragmites communis, Glyceria fluitans, Hippuris vulgaris. Veronica anagallis-aquatica* und *Equisetum fluviatile* als resistent. Die Fische zeigten keine Störung.

Über die Giftwirkung von Herbiziden auf Fische liegen einige Arbeiten vor. So untersuchte Bandt (1957) die Beeinträchtigung von Barsch, Plötze und Zander durch NaTA, 2,4-D, MCPA und Trichloressigsäure. Für den Versuch wurde Leitungswasser mit einer Temperatur von 16 bis 18° C und einem pH-Wert von 7·6 bis 8·2 verwendet. Als Maß für die Beurteilung der Fischtoxizität benützte Bandt (1957) den „Schwellenwert" der Giftwirkung der Präparate. Als Schwellenwert wird die niedrigste Konzentration bezeichnet, bei der im Aquarium innerhalb einer Beobachtungszeit von 3 bis 4 Tagen noch eine wesentliche Beeinflussung (zumeist Seitenlage) der Fische eintritt. Bandt unterteilt die untersuchten Herbizide unter Berücksichtigung der normalen Aufwandmenge in 3 Gruppen, und zwar 1. Praktisch ungefährliche Mittel: Chlorate, TCA, MCPA, 2,4,5-T und 2,4-D. 2. Noch gefährlich werdende Mittel: TCA+2,4-D. 3. Gefährliche Entkrautungsmittel: 2,4,5-T + 2,4-D. Nitsche (1952/53) vertritt die Ansicht, daß 2,4-D-Mittel und Kombinationen zwischen 2,4-D +2,4,5-T in normalen Aufwandmengen für Fische gefährlich sein können. Neben zahlreichen insektiziden und akariziden Wirkstoffen wurde von Adlung (1957) auch das zur Bodenentseuchung von Unkrautsamen verwendete Präparat Vapam hinsichtlich Beeinträchtigung des mittelamerikanischen Zahnkärpflings *(Lebistes reticulatus)* untersucht. Bei einer Dosierung von 1 ppm Vapam trat nach 6 Stunden eine Schädigung und nach 30 Stunden der Tod der Versuchstiere ein. Über die weitgehende Ungiftigkeit von Natriumtrichloracetat berichten unter anderen Nitsche (1954) und Mann (1955). Sie fanden die Schädlichkeitsgrenze für Fische bei 10 g NaTA/1 Liter Wasser. Die Wirkung auf Fischnährtiere blieb größtenteils ungeprüft; lediglich Welte (1956) führt an, daß die Schädigungsgrenze für Fischnährtiere zwischen 10 bis 15 g Natriumtrichloracetat/1 Liter Wasser liegen dürfte.

II. Eigene Untersuchungen

A. Vorversuche in Aquarien

Zur Orientierung über die Verwendungsmöglichkeit der handelsüblichen Herbizide für die Bekämpfung unerwünschter Teichpflanzen (ohne Schädigung der Fische und Fischnährtiere) wurden mehrere Wuchsstoff-

herbizide unter Laboratoriumsverhältnissen geprüft. Es kamen folgende Präparate zur Anwendung:

Wirkstoff	Präparat	Normale Aufwandmenge/Hektar
2,4-D (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure)	Dicopur	1—1·5 kg
MCPA (2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure)	Hedonal M	2—3 l
2,4,5-T (2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure)	Tormona 80	1—3 l (0·1—0·3%ig)
2,4-D + 2,4,5-T	Lignopur F	3—7·5 l (0·3—0·75%ig)
Dalapon (2,2-Dichlorpropionsäure)	Dowpon	22 kg
CMU (3-[p-Chlorphenyl-]1,1-dimethylharnstoff)	Telvar W-Epro	20—40 kg
CIPC (Isopropyl N-[3-chlorphenyl-]carbamat)	Cloro-IPC-Epro	6—7 l
Simazin (2-Chlor-4,6-bis-[äthylamino]-s-triazin)	Simazin 50 Geigy	3—15 kg
Vapam (Natriummethyldithiokarbamat-dihydrat)	Vapam	1000 l
—	Aquatex	185—235 l
ATA + CMU (Aminotriazol + CMU)	—	6 kg
ATA + TCA + 2,4-D	Cutralin	35—70 kg

Als erster Anhaltspunkt für die Dosierung wurde die Normalaufwandmenge, die zur Bekämpfung von Landunkräutern angewendet wird, herangezogen. Von diesen Mengen ausgehend wurde in fallenden und steigenden Zehntelungs- und Halbierungsreihen jeweils der Konzentrationsbereich erweitert.

1. Versuchsmethodik

a) Fische und Fischnährtiere

Für jeden Versuch wurden in je 2000 ccm Versuchsmedium 5 Ellritzen *(Phoxinus laevis)* mit einer Länge von 5 cm oder die gleiche Anzahl Bachflohkrebse *(Gammarus pulex)* oder 10 Wasserflöhe *(Daphnia pulex)* verwendet. Die Versuchsbecken aus Vollglas haben die Ausmaße von 11 × 17 × 17 cm (Abb. 1). Als Verdünnungswasser diente uferfiltriertes Alte-Donauwasser. Es wurde gut durchlüftet, beginnend 15 Minuten vor dem Einsetzen der Versuchstiere. Die Wassertemperatur betrug 18° C ± 0·2 und die Versuchsdauer 7 Tage. Während dieser Zeit wurde das Verhalten der Fische und Fischnährtiere täglich mehrmals kontrolliert.

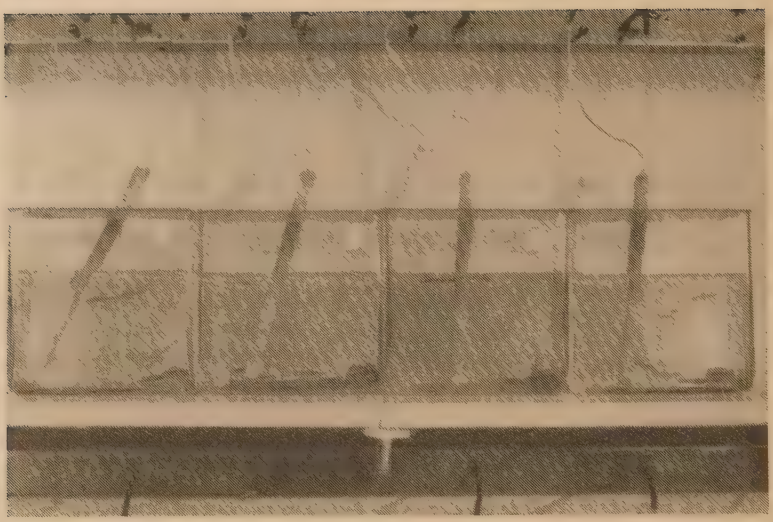


Abb. 1. Ermittlung der Fischtoxizität in Aquarien.

b) Pflanzen

Die Versuche mit Pflanzen wurden in 4-Liter- und 12-Liter-Aquarien durchgeführt und als Bodensubstrat wenig ausgewaschener Aquariensand (Marchsand) eingebracht, in welchem die Pflanzen verankert waren (Abb. 2 und 3). Die Herkunft des Wassers war dieselbe wie im Tierversuch. Als Versuchspflanzen wurden folgende Arten verwendet: *Myriophyllum verticillatum* (aus dem zu behandelnden Teich), *Myriophyllum demersum*, *Stratiotes aloides* und *Potamogeton* sp. sowie *Chara* sp. (aus der Alten Donau). Mit Rücksicht auf die bei manchen Mitteln teils langsam einsetzende Herbizidwirkung erstreckte sich die Versuchsdauer auf mindestens einen Monat.

2. Ergebnisse der Laborversuche

Das Ziel der Laborversuche bestand darin, einerseits die „noch fischverträgliche Dosis" und anderseits die bereits pflanzenschädigende Menge des Herbizides zu ermitteln, um seine Verwendungsmöglichkeit in Teichen beurteilen zu können. Da jedoch eine spätere statistische Berechnung der Versuchsresultate nicht geplant war, wurden die Konzentrationen nur in zweifacher Wiederholung geprüft. Sobald annähernd die für die Versuchstiere verträgliche und toxische Dosis einerseits und die pflanzenverträgliche und herbizide Menge anderseits aufgefunden war, wurden die Versuche mit dem betreffenden Mittel abgebrochen. Desgleichen wurden auch Herbizide, die in der pflanzenschädigenden Konzentration bereits fischtoxisch waren, nicht weiter geprüft. Als Maß für die Beurteilung der Eignung von Herbiziden zur Unkrautbekämpfung in Teichen, in denen der Fischbestand geschont werden soll, kann der Quotient, der

aus der Gegenüberstellung der herbizidwirkenden zur fischverträglichen bzw. fischnährtierverträglichen Dosis resultiert, verwendet werden. Um jedoch die tatsächliche Fischgefährlichkeit von Herbiziden unter den in der Praxis obwaltenden Anwendungsbedingungen zu berücksichtigen, muß ein gewisses Gefahrenintervall beachtet werden. Wir schlagen daher für die Charakterisierung dieses Gefahrenintervalls den Quotienten aus der Gegenüberstellung der herbizidwirkenden zur fischverträglichen (auch fischnährtierverträglichen) Dosis vor und bezeichnen ihn als sogenannten Sicherheitsquotienten. Er wird wie folgt errechnet:

$$S = \frac{fD}{pD}$$

S = Sicherheitsquotient
pD = pflanzenschädigende Dosis
fD = höchste, gerade noch für Fische und Fischnährtiere verträgliche Dosis (maßgebend ist die empfindlichste noch schonungsbedürftige Fisch- oder Fischnährtierart).

Je größer der Sicherheitsquotient eines Mittels ist, um so ungefährlicher ist seine Anwendung für Fische und Fischnährtiere. Theoretisch gesehen sind alle Herbizide mit einem Sicherheitsquotienten unter 1 zur Unkrautbekämpfung in Teichen ungeeignet, da die herbizidwirkende Dosis bereits die fisch- und fischnährtierverträgliche Menge übersteigt. Dagegen wären Mittel, die einen Sicherheitsquotienten von über 1 aufweisen, anwendbar, da die für die Pflanzenschädigung erforderliche Dosis von den Fischen und Fischnährtieren ohne Beeinträchtigung vertragen wird. In Wirklichkeit muß aber mit Konzentrationsunterschieden sowohl während als auch nach der Applikation im Teich gerechnet werden, so daß es lokal zu beachtlichen Überdosierungen kommen kann. Um eine solche Schädigung durch Überdosierungen zu vermeiden, darf daher nur eine bedeutend

Abb. 2. Ermittlung der herbiziden Wirkung gegen submerse Pflanzen in Aquarien.

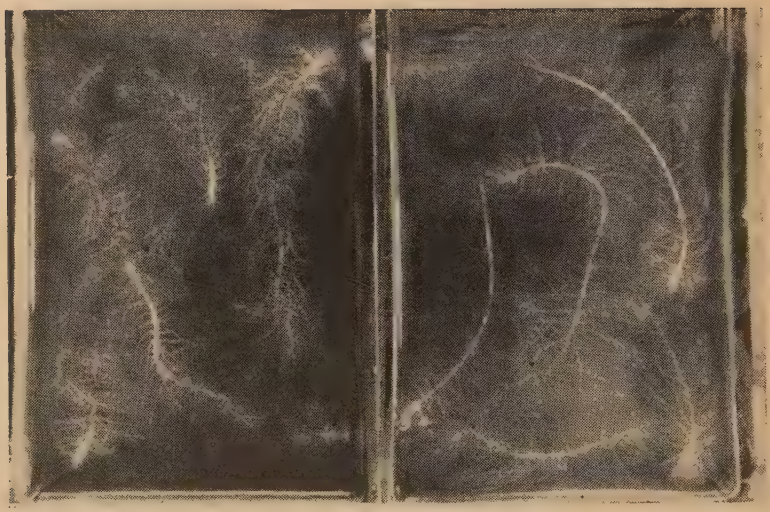


Abb. 3. Links infolge Herbizidbehandlung stirbt *Myriophyllum verticillatum* ab; rechts unbehandelte Kontrolle.

geringere als die fischtoxische Dosis angewendet werden. Wir sind der Ansicht, daß die zur Unkrautbekämpfung in Fischgewässern verwendeten Pflanzenvernichtungsmittel einen höheren Sicherheitsquotienten z. B. von mindestens 20 aufweisen sollen. Diese Mittel würden erst bei einer Überschreitung der 20fachen vorgesehenen Aufwandmenge die empfindlichsten, aber noch schonungsbedürftigen Fische und Fischnährtiere gefährden. Es ist anzunehmen, daß dann noch für andere Organismen ein gewisser Sicherheitsfaktor vorhanden ist. In Zukunft sollten auch Protozoen als Versuchsorganismen herangezogen werden. Fische und Fischnährtiere stellen lediglich Testobjekte für die Ermittlung der allgemeinen Giftigkeit des Mittels dar.

Jede Anwendung eines Herbizides in einem Gewässer stellt einen die standortsgemäßen Biocoenosen von Pflanzen und Tieren und den Stoffhaushalt des Gewässers störenden Eingriff dar. Diese Störung soll soweit als möglich durch Auswahl eines für Wasserorganismen weniger toxischen Herbizides herabgemindert werden.

Soweit die im Laborversuch gewonnenen Ergebnisse von Bedeutung und Interesse sind, werden sie in Tabelle A angeführt. Es muß aber unterstrichen werden, daß es sich keineswegs um Exaktversuche im toxikologischen Sinne handelt, sondern um Tastversuche zur Beantwortung einer konkreten praktischen Frage, die eine rasche Beantwortung erforderte und auch in einer die Interessenten befriedigenden Weise erfuhr. Die Feststellung des Sicherheitsquotienten stellt einen Vorschlag dar, dessen Realisierung die Durchführung umfangreicher toxikologischer Untersuchungen voraussetzt.

Tabelle A

Wirkstoff (Präparat)	Versuchsobjekt	Dosierung mg/Liter verträglich	schädigend	Sicherheitsquotient (S)*)
MCPA (Hedonal M)	*Phoxinus laevis*	0·5	1	
	Gammarus pulex	1	2	0·5
	Daphnia pulex	2	—	
	Ceratophyllum sp.	0·01	1	
2,4,5-T (Tormona 80)	*Phoxinus laevis*	1	2·5	
	Gammarus pulex	4	—	1
	Daphnia pulex	2	—	
	Ceratophyllum sp.	0·01	1	
2,4-D + 2,4,5-T (Lignopur F)	*Phoxinus laevis*	1	2·5	
	Gammarus sp.	100	200	0·02
	Daphnia pulex	—	50 (100)	
	Ceratophyllum sp.	0·5	50	
Simazin (Simazin 50 Geigy)	*Phoxinus laevis*	1000	2500	
	Gammarus pulex	1000	2500	
	Stratiotes aloides	10	30	33
	Potamogeton sp.			
	Ceratophyllum sp.			
Dalapon (Dowpon)	*Myriophyllum verticillatum*	1000	> 1000	**)
ATA + CMU —	*Myriophyllum verticillatum*	100	> 100	**)
— (Aquatex)	*Myriophyllum verticillatum*	10	100	Wasserbeschaffenheit wird zu stark verändert
ATA + TCA + 2,4-D (Cutralin)	*Phoxinus laevis*	4000	5000	
	Myriophyllum vert.	1	> 5	
	Myriophyllum spic.	1	> 5	
	Ceratophyllum demersum	1	> 5	260
	Stratiotes aloides	1	> 15	
	Potamogeton sp.	1	> 15	
	Chara sp.	5	10	

*) Da für die Errechnung des Sicherheitsquotienten nur toxikologische Annäherungswerte zur Verfügung standen, muß naturgemäß mit einer größeren Streubreite bei Wiederholung der Versuche gerechnet werden.

**) Die pflanzenschädigende Herbiziddosis liegt viel zu hoch, so daß diese Mittel praktisch keine Aussichten für eine Verwendungsmöglichkeit in Teichen boten und daher nicht weiter untersucht wurden.

Als schädigend wurde eine Dosis dann angesehen, wenn die Versuchstiere eine sichtbare Beeinträchtigung in ihrem allgemeinen Verhalten zeigten.

Im einzelnen brachten die Versuche mit Cutralin noch folgende Ergebnisse: Eine Dosierung von 5000 mg/Liter brachte einzelne Fische nach dem 3. Versuchstag zum Absterben. Die beeinträchtigten Fische zeigten Gleichgewichtsstörungen und verminderte Schwimmfähigkeit. Die Myriophyllumpflanzen wiesen zunächst eine chlorotische Verfärbung und ein Zurückschlagen der endständigen Blätter (Richtung Stammbasis) auf. Das Sichtbarwerden der Schadenssymptome war stark von der Konzentration abhängig. So waren diese typischen Wuchsstoffeffekte bei einer Dosierung von 100 mg/Liter bereits nach 2 Tagen und bei einer Dosierung von 5 mg/Liter jedoch erst nach einer Woche sichtbar. 2 Wochen nach der Behandlung wurde die Hauptachse der Pflanzen weich, und es traten braune Flecken auf (Nekrosen). Im weiteren Versuchsablauf brachen dann die Pflanzen in sich vollständig zusammen. Konzentrationen unter 15 mg/Liter führten zwar auch zu einer Braunfärbung der Sprosse, die Pflanzen brachen aber bis zu Versuchsabschluß (am 65. Tag) nicht zusammen.

Von den geprüften Präparaten kommt auf Grund des in Tabelle A angeführten Sicherheitsquotienten nur Simazin und Cutralin für eine Verwendung in Teichen in Frage. Da jedoch bei Simazin die pflanzenschädigende Konzentration relativ hoch und das Mittel außerdem sehr teuer ist, wurde vorläufig von seiner weiteren Verwendung im Freiland abgesehen. Die günstigsten Resultate zeigte Cutralin, das nicht nur einen sehr hohen Sicherheitsquotienten aufweist, sondern bereits in relativ geringen Mengen eine große Wirkungsbreite besitzt. Wir entschlossen uns daher, für einen Großversuch das Präparat Cutralin zu verwenden.

B. Teichversuch

Auf Grund der im Laboratorium gewonnenen toxikologischen Werte konnte die Durchführung eines größeren Teichversuches in Betracht gezogen werden. Da die Auswirkung des Herbizideinsatzes unter Freilandbedingungen auf den Pflanzen- und Tierbestand im Teich zu prüfen war, mußte vor der Ausbringung des Herbizides eine limnologische Untersuchung des Teiches vorgenommen werden.

1. Beschreibung des Teiches

a) Morphometrie und Hydrographie

Der im Süden Wiens gelegene Versuchsteich, welcher einer bereits vor 100 Jahren stillgelegten Tagbaugrube zur Ziegeltongewinnung entstammt, ist ungefähr rechteckig, 55 m lang, 48 m breit und hat eine durchschnittliche Tiefe von 1·5 m (Abb. 4). Das Volumen beträgt demnach rund 4000 m^3 (3960 m^3). Der Versuchsteich ist der mittlere von drei nebeneinan-

Abb. 4. Versuchsteich.

derliegenden kommunizierenden Teichabschnitten, die während des Versuches durch eine Bretterwand an den engen Verbindungsstellen voneinander getrennt waren. Wie sich nach Beendigung der Versuche bei teilweisem Ablassen des Teichwassers herausstellte, ist mit einem immerhin beachtlichen ständigen Zufluß von 2 Liter/sec. zu rechnen, der aus verschiedenen unterseeischen Quellen und dem Auslauf eines artesischen Brunnens resultiert. Diese tägliche Wasserzufuhr von 170 m³, welche theoretisch einer 23tägigen Durchflußzeit des Versuchsteiches entspricht, konnte zum Zeitpunkt der Versuchsanstellung noch nicht erkannt und berücksichtigt werden.

b) Makrophytenbestände

In der Zeit nach dem 2. Weltkrieg entwickelte sich im Litoral des „großen Teiches" (das ist der zirka 4 ha große Teichabschnitt mit einer durchschnittlichen Tiefe von 8 m und einer maximalen Tiefe von 18 m) (Abb. 5) sowie in dem zum Versuch herangezogenen Teichabschnitt (Versuchsteich) zunächst sehr stark das kurzblättrige, derbe *Myriophyllum spicatum*. Da die Teiche heute inmitten von Kleingartensiedlungen liegen und dort Wassersport aller Art, einschließlich Angeln, betrieben wird, mußte die Verunkrautung mechanisch bekämpft werden. Allmählich jedoch löste eine großblättrige weiche Myriophyllumart, nämlich *Myriophyllum verticillatum*, das *Myriophyllum spicatum* ab. Seit 1958 tragen diese Pflanzen auch Algenwatten, die aus diversen Conjugatenarten be-

Abb. 5. Der größere Teichabschnitt, der vom Versuchsteich an der Durchlaßstelle durch eine Bretterwand abgeschirmt wurde.

stehen. Der 1·5 m tiefe Versuchsteich enthielt Ende April 1959 einen Bestand von *Myriophyllum verticillatum*, der durchgehend bis 20 cm unter den Wasserspiegel reichte, auf größeren Abschnitten aber diesen auch berührte. Die Anrainer gaben die rein mechanische Bekämpfung auf, da dieselbe nunmehr keinen nachhaltigen Erfolg zeitigte. Die Ursache für die plötzlich rasche Ausbreitung dieser Wasserpflanzenart konnte nicht ermittelt werden.

c) Die Biocoenosen des Versuchsteiches

Vor Einbringung des Herbizides wurde am 29. April 1959 eine Untersuchung des Organismenbestandes durchgeführt. Im freien Wasser waren vorwiegend Flagellaten *(Dinobryon* sp.) und Diatomeen *(Diatoma elongatum* u. a.) sowie Crustaceen *(Cyclops* sp. u. a.) vorhanden. In den mächtigen Myriophyllumbeständen hingegen lebten in großer Zahl diverse Crustaceen wie *Acroperus harpae, Chydorus sphaericus, Cyclops strenuus* und *Eurycerus lamellatus* sowie *Ostracoden* und vereinzelte Exemplare von *Carinogammarus*. Ferner konnten dort sehr zahlreiche Ephemeridenlarven *(Baetis* sp., *Cloeon dipterum, Ephemerella ignita)* und Dipteren-Larven *(Orthocladiinae, Pelopia* sp.) festgestellt werden.

Das Sediment des Versuchsteiches bestand aus einer 1 m dicken schwärzlich-grauen Feinschlammschichte von teigiger Konsistenz und roch nach Schwefelwasserstoff. Der oberflächliche Faulschlamm enthielt nur Bakterien und Diatomeenschalen. Bemerkenswert war in diesem Zusammenhang

das Vorhandensein einer ausgeprägten Sauerstoffschichtung in dem an sich seichten Gewässer. Beginnend von einer oberflächlichen Übersättigung war in der Tiefe weniger als 1 mg/Liter O_2 vorhanden. Als Ursache hiefür können Zehrungsvorgänge faulender Pflanzenteile und des Schlammes sowie verminderte Assimilation infolge geringer Eindringtiefe des Sonnenlichtes in die dichten Pflanzenbestände verantwortlich gemacht werden. Der Fischbestand des Versuchsteiches setzte sich vorwiegend aus Karpfen, Hechten und Schleien zusammen.

2. Durchführung des Versuches

Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Herbizides im Wasser zu erreichen, wurde das Präparat*) mittels eines Sprühgerätes am 29. April 1959 unter Wasser appliziert. Dabei gingen wir folgendermaßen vor: 70 kg des Präparates wurden in 180 Liter Wasser gelöst und mittels des in einem Boot stehenden Sprühgerätes in das Gewässer eingebracht. Für diesen Zweck wurde das Sprühgerät mit einem längeren Spritzschlauch versehen, an dessen vorderem Ende ein Sprührohr mit weiter Düse befestigt war. Während der Applikation hielten wir das Sprührohr zirka ½ m tief in das Wasser, so daß infolge des starken Luftdruckes eine kräftige Wirbelbildung und Durchmischung erfolgte. Mit der Ausbringung des Herbizides wurde in der Teichmitte begonnen und dann, größer werdende Spirallinien mit dem Boot ziehend, fortgesetzt. Die Dosierung betrug auf Grund der Volumsberechnung des Teiches (3960 m³) 17·67 mg Präparat pro 1 Liter Wasser.

3. Ergebnisse der Herbizidanwendung im Teich

a) Die Herbizidkonzentration des Teichwassers und der Myriophyllumbestände während des Versuchsablaufes

Während der Versuchsdauer wurde der Herbizidgehalt des Teichwassers und der Pflanzen regelmäßig überprüft. Hiefür verwendeten wir den von Moewus (1949) beschriebenen „Kressewurzeltest" in abgeänderter Form. Die Änderung bestand darin, daß die Kressesamen nicht vorgekeimt, sondern ungekeimt auf die mit 5 ml Lösung (1 ml Testlösung + 4 ml destilliertes Wasser) durchtränkten Filterscheiben der Petrischalen ausgelegt wurden. Eine weitere Abänderung bestand darin, daß die Keimtemperatur 25° C betrug und die Messung der Primärwurzeln nach 48 Stunden erfolgte. Die Auszüge aus Pflanzen wurden solcherart gewonnen, daß 10 g zerkleinerte grüne Pflanzenmasse in 100 ml doppelt destilliertem Wasser eine Stunde hindurch ausgelaugt und mehrmals geschüttelt wurden. Der Kressewurzeltest wurde von uns deshalb herangezogen, weil er als einer der empfindlichsten Zellstreckungsteste äußerst geringe, gerade noch biologisch wirksame Substanzmengen anzuzeigen vermag und relativ

*) An dieser Stelle sei der Fa. Chemia für die kostenlose Überlassung des Präparates bestens gedankt.

leicht zu handhaben ist. Allerdings gestattet er nur schwer eine Unterscheidung zwischen Hemm- und Wuchsstoffen. In den vorliegenden Versuchen war jedoch eine solche Differenzierung nicht erforderlich, da das nachzuweisende Herbizid bekannt war. In Tabelle I, II und III sind die im Kressetest gewonnenen Meßwerte enthalten.

Tabelle I

Ergebnisse des Kressewurzeltestes 5 Tage nach der Applikation

Getestete Substanzen	Länge der Primärwurzeln in Millimeter bei Prüfung der unverdünnten Lösung	10fach-verdünnten Lösung	100fach-verdünnten Lösung
Wasser vom behandelten Teich . . .	6·7 ± 1·34	18·0 ± 0·52	20·0 ± 1·85
Pflanzen (Sproßteile) v. beh. Teich .	5·2 ± 0·84	16·0 ± 2·08	17·8 ± 1·73
Pflanzen (Wurzelteile) v. beh. Teich .	6·5 ± 0·45	17·3 ± 1·15	19·6 ± 1·69
Pflanzen aus unbehandeltem Teich . .	12·8 ± 1·01	17·2 ± 0·97	20·7 ± 2·09
Kontrolle (destilliertes Wasser) . . .	21·5 ± 0·99		
Herbizidkonzentr. 16 mg/l Wasser . .	3·8 ± 0·20		

Tabelle II

Veränderungen der Herbizidkonzentration im Teichwasser

Tage nach der Herbizidanwendung	Länge der Primärwurzeln in mm Testlösung vom Versuchsteich	Kontrollteich	dest. Wasser
5	6·7 ± 1·34	20·80 ± 1·05	21·50 ± 0·99
12	8·2 ± 0·70	19·30 ± 0·80	22·15 ± 0·65
26	9·9 ± 0·30	22·70 ± 0·47	21·55 ± 0·89
45	19·2 ± 0·87	19·70 ± 0·46	20·80 ± 1·42
120	22·2 ± 1·17	20·15 ± 0·79	22·25 ± 1·01

Tabelle III

Herbizidwirkung des Kombinationspräparates im Kressewurzeltest

mcg Kombinationspräparat pro 1 ml dest. Wasser	Wurzellänge in % im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (100%)
64	6·49 ± 0·01
32	10·91 ± 0·3
16	22·42 ± 1·1
8	41·00 ± 1·4
4	60·76 ± 2·9
2	84·64 ± 3·8
1	92·62 ± 0·6
0·5	104·72 ± 1·4
0·25	90·27 ± 4·2

Aus Tabelle I und II sowie Abb. 7 geht hervor, daß 5 Tage nach Ausbringung des Mittels die Herbizidkonzentration des Teichwassers unter der ursprünglichen Dosierung von 17·67 mg/Liter Wasser liegt; die Differenz zwischen beiden Meßwerten (6·7 ± 1·34 : 3·8 ± 0·20) ist signifikant. Die Abnahme des Herbizidgehaltes im Teich innerhalb dieses kurzen Zeitraumes dürfte auf die ständige Wasserzufuhr aus den erst später entdeckten Quellen zurückzuführen sein. Wie aus der Abbildung 7 hervorgeht, nahm die Konzentration im Teichwasser auch späterhin relativ rasch ab, so daß bereits nach 1½ Monaten das Wasser aus dem behandelten Teich im Vergleich zu dem aus dem unbehandelten keine statistisch gesicherte Hemmwirkung aufwies. Obwohl der Versuchsteich von den übrigen 2 Teichen an den relativ schmalen Verbindungsstellen durch eine Bretterwand getrennt war, konnte ein Austritt des Herbizides nicht verhindert werden. Es konnte nämlich 3 Wochen nach der Behandlung im unbehandelten Teich in der Nähe der Verbindungsstelle eine relativ hohe Wuchsstoffkonzentration mit einer Hemmwirkung von 47·9% (anschließender Teichabschnitt 10·3 ± 0·17 mm, Kontrolle 21·30 ± 0·81 mm Wurzelzuwachs) festgestellt werden. Im Vergleich zur Konzentrationswirkungskurve des Kombinationspräparates (Abb. 6) entspricht die Hemmwirkung von 47·9% einer Dosierung von zirka 6·3 mg Präparat/Liter Wasser. Diese Konzentration im unbehandelten Teich wies aber ein ausgesprochenes Konzentrationsgefälle auf, das an der Verbindungsstelle den höchsten Wert aufwies und in einer Entfernung von 20 bis 30 m unter den biologischen Schwellenwert absank und daher im Kressetest nicht mehr erfaßt werden konnte. Für die Abnahme der Konzentration im Versuchsteich dürften daher 3 Faktoren maßgebend sein, und zwar: Abwandern des

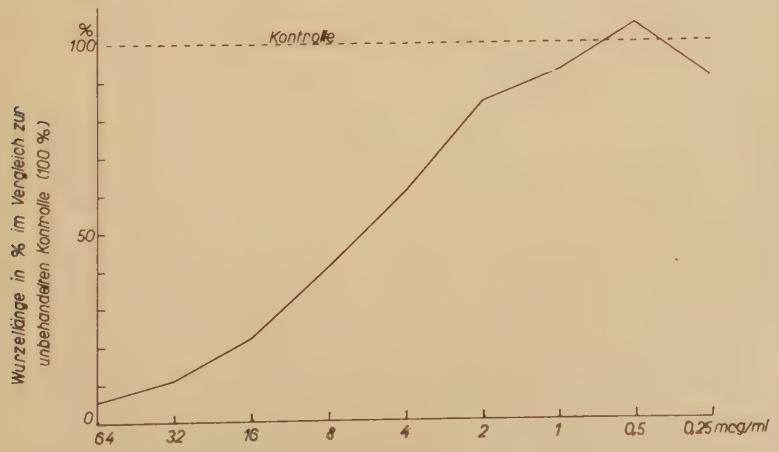


Abb. 6. Konzentrationswirkungskurve des Kombinationspräparates „Cutralin".

Mittels in die benachbarten Teiche, Aufnahme des Mittels durch die Pflanzen und Inaktivierung der herbiziden Substanz durch biologische, chemisch-physikalische Abbauprozesse im Teich.

Wie ebenfalls aus Tabelle I ersichtlich ist, wurde das Herbizid relativ rasch vom *Myriophyllum* aufgenommen. Das Mittel war nicht nur in den grünen Sproßteilen, sondern auch in den Wurzeln nachweisbar. Es erfolgte daher rasch eine Weiterleitung des Mittels, das ja bekanntlich aus 3 systemischen, translokalen Wuchsstoffkomponenten zusammengesetzt ist. Der Auszug aus den grünen Sproßteilen übte eine stärkere Hemmwirkung auf das Wachstum der Kressewurzeln aus, als der von Wurzeln, ein Umstand, der auf eine höhere Wuchsstoffkonzentration in den grünen Sproßteilen hinweist. Die Meßwerte von unbehandelten Pflanzen zeigen den Gehalt an pflanzeneigenen Wachstumsregulatoren an. Er liegt ungefähr in dem bei Landpflanzen ermittelten Konzentrationsbereich. Eine bei Landpflanzenextrakten äquivalente Hemmwirkung, wie sie im Extrakt des behandelten *Myriophyllum* aufscheint, würde erfahrungsgemäß zu einer vollkommenen Schädigung der Landpflanzen führen. Es dürfte daher die bereits nach 5 Tagen von der Myriophyllumpflanze aufgenommene Wuchsstoffmenge ausgereicht haben, um die bereits entfalteten und assimilierenden Pflanzenteile zum Absterben zu bringen. Ähnlich wie viele Landpflanzen, die nach einer Wuchsstoffanwendung oberirdisch absterben, jedoch aus unterirdischen Reserveknospen wieder nachtreiben und eine nochmalige Behandlung für ihre vollständige Abtötung benötigen, konnte auch bei *Myriophyllum verticillatum* ein späterer Austrieb apikal und basal gelegener Knospen festgestellt werden. Da aber zum Zeitpunkt des Neuaustriebes die Herbizidkonzentration im Teich unter dem biologischen Schwellenwert gesunken war, konnte naturgemäß die 2. Wirkungsphase nicht mehr erwartet werden.

b) Die Makrophytenbestände im Versuchsablauf

Während am 2. Tag nach Versuchsbeginn die Teichpflanzen noch keine Veränderung aufwiesen, waren am 5. Tag die Sproßspitzen der Myriophyllumpflanzen gekrümmt und die Blätter der apikalen Sproßregionen tannenwipfelartig zurückgeschlagen. Dreh- und Krümmungswuchs der Pflanzen stellen typische Wuchsstoffsymptome dar, die in vorliegendem Fall vom 2,4-D stammten. Die Hauptsprosse und Blätter nahmen vielfach eine deutliche chlorotische Färbung an. Diese Erscheinung ist zweifellos auf das in der Kombination vertretene Aminotriazol zurückzuführen, das bekanntlich die Photosynthese stört und zum Vergilben der Pflanzen führt.

Am 10. Tag waren die Myriophyllumbestände entweder grünlichbraun oder an manchen Stellen gelblichbraun verfärbt und begannen zusammenzusacken. Die einzelnen Pflanzen hatten eine besonders weiche Konsistenz. An den Hauptsprossen traten braune Flecken in Erscheinung, die auf subepidermale Oxydationsprozesse zurückzuführen waren. Zwischen dem 18. und 33. Tag nach der Behandlung wurde der Großteil der ab-

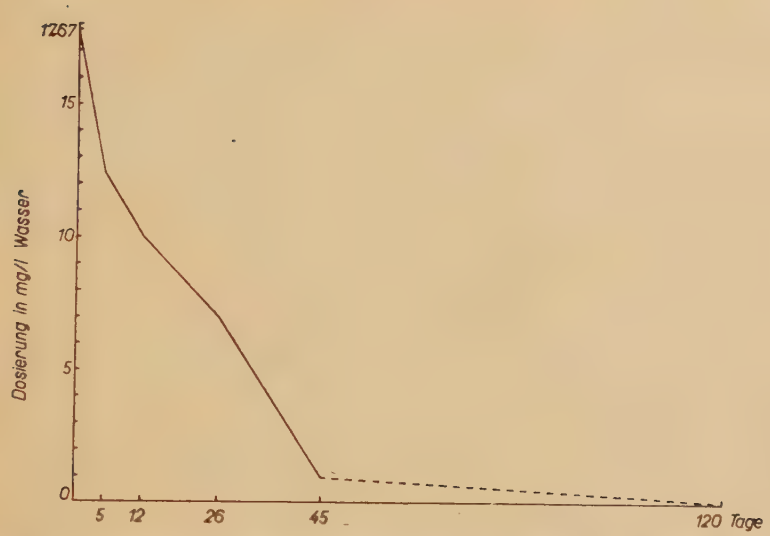


Abb. 7. Abnahme der Herbizidkonzentration im Teich; die Kurvenpunkte wurden durch Vergleich der Hemmwirkung des Teichwassers mit der Konzentrationswirkungskurve ermittelt.

sterbenden Pflanzen mechanisch entfernt, um eine weitere Schlammansammlung zu vermeiden und die Wasserbeschaffenheit nicht zu verschlechtern. Die Pflanzen zeigten noch deutlichere Absterbeerscheinungen; es fielen bereits die Blätter leicht ab, und die Blattbasis sowie größere Stengelteile waren braun gefärbt. Die im Teich verbliebenen Pflanzen vermittelten 6 Wochen nach Versuchsbeginn den Eindruck, als wären sie vollkommen abgestorben. Ihre graubraune Farbe und das Zusammenfallen des gesamten Bestandes sprach für eine vollständige Wirkung des angewandten Herbizides. Inzwischen war auch die Absperrung zwischen den einzelnen Teichabschnitten entfernt worden, so daß eine Wiederbesiedlung nur durch die mit der Wasserströmung angeschwemmten Pflanzenteile aus den unbehandelten Teichabschnitten zu befürchten war.

Mitte August 1939, also 3½ Monate nach der Behandlung, war an den völlig gebräunten, zum größten Teil abgestorbenen Sproßteilen gelegentlich ein Ansatz frisch ausgetriebener Knospen festzustellen. Der gesamte Eindruck deutete jedoch noch nach wie vor auf einen totalen Zusammenbruch des *Myriophyllums* hin.

4½ Monate nach Versuchsbeginn (September 1939) wiesen die restlichen Myriophyllumbestände im teilweise abgelassenen Versuchsteich einen gelblichbraunen Detritusbelag auf und waren von zahlreichen Mikroorganismen besiedelt. An der 2 bis 5 cm langen apikalen Sproßregion zeigten die Pflanzen eine frische, grüne Farbe, die anscheinend von einem ungestörten Wachstum herrührte. Solcherart aussehende Pflanzen wur-

den in Aquarien eingesetzt und mit den aus dem unbehandelten Teichabschnitt entnommenen Myriophyllumpflanzen hinsichtlich ihrer Weiterentwicklung verglichen. Während die aus dem unbehandelten Wasser stammenden Pflanzen üppig weiterwuchsen und zahlreiche Nebentriebe hervorbrachten, zeigte das aus dem Versuchsteich stammende *Myriophyllum* eine wesentlich geringere Wuchsfreudigkeit. Außerdem nahm die Braunfärbung der behandelten Sproßteile an Umfang und Intensität zu, so daß jedenfalls auch die noch verbliebenen Pflanzen eine empfindliche Schwächung erfahren haben.

c) Die Biocoenosen im Versuchsablauf

Bis zum 17. Tag nach Versuchsbeginn wurde keine Veränderung in den Biocoenosen des Versuchsteiches beobachtet. Weder Mikroorganismen noch Insektenlarven oder Fische zeigten irgendeine Beeinträchtigung oder Verminderung. Nach der teilweisen Entfernung der Myriophyllumbestände wurden jedoch am 23. Tag nur mehr wenige Ephemeridenlarven, wohl aber in zunehmendem Maße Chironomidenlarven beobachtet. Die algizide Wirkung des verwendeten Präparates scheint in der vorliegenden Konzentration nur geringfügig zu sein.

Auch am 40. Tag nach Versuchsbeginn waren in den zusammengebrochenen Myriophyllumbeständen häufig planktische Crustaceen und Insektenlarven (Chironomiden u. a. Dipteren) vorhanden. Der Sauerstoffgehalt wies bis zum Boden nur ein unbedeutendes Gefälle auf. Zwei Wochen nach Absenkung des Wasserspiegels im Versuchsteich auf eine durchschnittliche Tiefe von 25 cm konnte Anfang September 1959 in den restlichen Myriophyllumbeständen das Vorhandensein von Ephemeridenlarven und zahlreichen Milben festgestellt werden. Der auf den Pflanzen befindliche hellbräunliche Belag enthielt eine sehr arten- und individuenreiche Mikroflora und -fauna, ähnlich wie im unbehandelten benachbarten Kontrollteich. Besonders bemerkenswert erscheint auch, daß das oberflächlich braune, das heißt, bereits oxydierte Schlammsediment des Versuchsteiches nunmehr von vereinzelten Chironomidenlarven besiedelt war. Nach eigenen Beobachtungen und Angaben von Fischereiausübenden wurde der Fischbestand durch die Herbizidbehandlung in keiner Weise beeinträchtigt.

III. Besprechung der Ergebnisse

Die Möglichkeit, unerwünschte Pflanzen, vor allem *Myriophyllum*, mit Chemikalien in nicht ablaßbaren stehenden Gewässern zu bekämpfen, wurde an Hand von Tastversuchen im Laboratorium und in einem Teichversuch studiert. Im Laboratoriumsversuch wurde von mehreren Herbiziden die „gerade noch" fisch-, fischnährtier- und pflanzenverträgliche Dosis einerseits und die bereits toxische Menge anderseits ermittelt. Die Verläßlichkeit und Reproduzierbarkeit solcherart ermittelter Toxizitäts-

werte darf nicht überschätzt werden, da sie nur Annäherungswerte darstellen. Wollte man genaue Toxizitätswerte erzielen, müßte durch Prüfung einer größeren Individuenzahl ein bestimmter LD-Wert (Dosis-letalis-Wert), womöglich die Dosis letalis 50 (LD 50) ermittelt werden, wie dies bereits in anderen Untersuchungen erfolgte (Beran 1953, Beran und Neururer 1955). Für die Durchführung von Teichversuchen im Freiland genügten uns aber vorläufig die im Labor ermittelten Näherungswerte der toxischen und nichttoxischen Herbizidmengenbereiche. Zur Auffindung dieser Bereiche wurden submerse Wasserpflanzen wie *Myriophyllum verticillatum*, *Stratiotes aloides* und *Ceratophyllum* sp. sowie Fische *(Phoxinus laevis)* und Fischnährtiere *(Gammarus pulex, Daphnia pulex)* unter gleichen kontrollierbaren Umweltsbedingungen in Aquarien hinsichtlich ihrer Verträglichkeit und Empfindlichkeit gegenüber Herbiziden geprüft. Unter anderen lassen sich auch die von Bandt (1957) ermittelten Toxizitätswerte von 2,4,5-T und 2,4,5-T + 2,4-D mit unseren Untersuchungsergebnissen schwer vergleichen, da den Versuchen eine verschiedene Versuchsanstellung zugrunde liegt und auch ein anderes Beurteilungsmaß für die Toxizität angewendet wurde. Folgende Gegenüberstellung zeigt die im einzelnen ermittelten Werte.

	Nach Bandt (1957) Schwellenwert der Giftwirkung mg/Liter	Nach Neururer u. Slanina Dosierung in mg/Liter verträglich	schädlich
2,4,5-T-Präparat	55 für Barsch 60 für Plötze	1	2·5 für *Phoxinus laevis*
2,4,5-T + 2,4-D-Präparat	5 für Barsch 5 für Plötze	1	2·5 für *Phoxinus laevis*

Die von Bandt ermittelte geringere Toxizität der beiden oben angeführten Präparate dürfte vor allem in der Verwendung anderer Testobjekte gelegen sein. Nach unseren Erfahrungen zählt aber *Phoxinus laevis* zu den empfindlichsten Fischarten und dürfte daher für derartige Versuche sehr geeignet sein.

Praktisch kann ein Unkrautbekämpfungsmittel in Fischgewässern nur dann verwendet werden, wenn die zur Pflanzenvernichtung erforderliche Dosierung nicht nur für Fische sondern auch für andere Wasserorganismen noch ungefährlich ist. Würde man nur die Fischtoxizität berücksichtigen, so könnte trotzdem bei Anwendung fischverträglicher Herbizidmengen das Leben der Fische stark gefährdet sein, da für das normale Gedeihen der Fische auch die ungestörte Entwicklung der Fischnährtiere erforderlich ist. Wie unsere Tastversuche im Laboratorium ergaben, ist aber die Empfindlichkeit der Fische und Fischnährtiere bei manchen Mitteln von einander verschieden. Man wird daher immer von der Verträglichkeit des empfindlichsten noch schonungsbedürftigen Wasser-

bewohners ausgehen müssen, um eine gefahrlose Anwendbarkeit der Mittel garantieren zu können. Als Maß für die Beurteilung der Eignung eines Herbizids zur Bekämpfung unerwünschter submerser Teichpflanzen dürfte der Quotient aus der pflanzenschädigenden und höchsten noch fisch- bzw. fischnährtierverträglichen Dosis geeignet sein. Da aber die tatsächliche Aufwandmenge wesentlich unter der im Aquariumversuch festgestellten „Dosis tolerata" (höchste noch fisch- und fischnährtierverträgliche Dosis) liegen soll, muß ein gewisser Sicherheitsbereich hinsichtlich der Dosierung eingehalten werden. Dieses Sicherheitsintervall kommt ebenfalls in dem vorhin erwähnten Quotienten, für dessen Bezeichnung wir den Namen „Sicherheitsquotient" vorschlagen, zum Ausdruck und er errechnet sich wie folgt: $S = \frac{fD}{pD}$ (S = Sicherheitsquotient, pD = pflanzenschädigende Dosis, fD = höchste noch fisch- bzw. fischnährtierverträgliche Dosis). Wir sind nun der Ansicht, daß nur solche Präparate in Fischgewässern eingebracht werden können, die einen höheren Sicherheitsquotienten z. B. von über 20 aufweisen. Praktisch bedeutet dies, daß das betreffende Herbizid erst bei Überschreitung einer 20fachen Überdosierung (als normalerweise zur Vernichtung der Pflanzen erforderlich ist) Fische und Fischnährtiere gefährdet. Von den von uns verwendeten Präparaten wiesen diese Voraussetzung nur Simazin und Cutralin auf. Schneider (1959) konnte mit 20 kg Simazin/ha gegen *Potamogeton* und fadenförmige Algen in 1·2 m tiefem Teich gute Erfolge erzielen. Diese Aufwandmenge entspricht zufolge der Volumsberechnung einer Dosierung von zirka 1·3 mg/Liter. In unserem Versuch im Labor zeigte jedoch Simazin erst in einer Konzentration von über 30 mg/Liter eine Wirkung gegen *Potamogeton* sp. Da das Kombinationspräparat ATA + TCA + 2,4-D (Cutralin) einen Sicherheitsquotienten von 260 aufwies und außerdem bereits in relativ geringer Dosierung gegen mehrere unerwünschte Teichpflanzen wirksam war, wurde dieses Präparat für den Teichversuch herangezogen. Die in Laboratoriumsuntersuchungen als wirksam ermittelte Dosis wurde auch im Teich angewendet. Auf Grund der Volumsberechnung des Teiches wurde eine Konzentration von 17·67 mg/Liter erreicht. Mittels des Kressewurzeltestes erfolgte an Hand einer Konzentrationswirkungskurve mehrmals eine Überprüfung des Herbizidgehaltes des Teichwassers und der Teichpflanzen während der Versuchsdauer. Die Herbizidkonzentration war am 5. Tag nach der Behandlung von 17·67 mg/Liter bereits auf 12·4 mg/Liter abgesunken. Am 12. Tag konnten nur mehr 10 mg/Liter, am 26. Tag 7 mg/Liter und am 45. Tag nur mehr rund 1 mg Herbizid/Liter Teichwasser festgestellt werden. Diese relativ rasche Abnahme der Herbizidkonzentration im Teich konnte vor allem auf den später nach Absenkung des Wasserspiegels zum Vorschein kommenden unterirdischen Wasserzufluß (2 Liter/Sekunde) und auf das Abwandern des Präparates in die beiden benachbarten Teichabschnitte zurückgeführt werden. Außerdem wurde auch ein beachtlicher Teil des

Herbizids von den Teichpflanzen aufgenommen. Schließlich dürften auch biologische, chemisch-physikalische Umsetzungen an der raschen Abnahme der Herbizidkonzentration im Teich beteiligt gewesen sein.

Das Herbizid wurde verhältnismäßig schnell vom *Myriophyllum* aufgenommen und in die Wurzelregionen weiter geleitet. Bereits am 5. Tag nach der Applikation konnten nicht nur beachtliche Herbizidmengen in den Wurzeln und Sproßteilen von *Myriophyllum verticillatum* nachgewiesen werden, sondern es zeigten auch die Pflanzen bereits an den Triebspitzen typische Wuchsstoffsymptome. 10 Tage nach der Behandlung war ein deutliches Zusammensacken des gesamten *Myriophyllum*-Bestandes feststellbar. Eine Woche später wurde mit der mechanischen Entfernung der abgestorbenen Pflanzen begonnen; es sollte unbedingt eine weitere Schlammansammlung durch absterbende Pflanzenreste vermieden werden. 4½ Monate nach Versuchsbeginn wiesen die noch im Teich verbliebenen *Myriophyllum*-Pflanzen an den 2 bis 5 cm langen apikalen Sproßregionen teilweise einen Neuaustrieb auf. Wurden solche Pflanzen in Aquarien überpflanzt, so zeigten sie im Vergleich zu den aus unbehandeltem Teichabschnitt stammenden *Myriophyllum*-Pflanzen einen bedeutend schwächeren Wuchs und eine zunehmende Verfärbung.

Es wäre vielleicht zu überlegen, ob in der Bekämpfung unerwünschter Wasserpflanzen ähnlich wie in der Bekämpfung ausdauernder Landunkräuter vorgegangen werden soll. Bekanntlich werden ja hartnäckige Unkräuter durch zweimalige Spritzung besser erfaßt als bei Anwendung der gesamten Dosis in einer einmaligen Behandlung. Während sich die erste Behandlung gegen den vorhandenen Unkrautbestand richtet, wird durch die zweite Behandlung der Neuaustrieb erfaßt.

Die Fische und Fischnährtiere sowie die Biocoenosen im allgemeinen erfuhren durch das Herbizid keine nachteilige Beeinträchtigung. Selbstverständlich kann allein die Eliminierung des vorhandenen Pflanzenbestandes nicht ohne Einfluß auf die gesamte Entwicklung der Teichfauna bleiben, der aber mit Rücksicht auf die Interessen des Menschen (absichtliche Entfernung der unerwünschten Pflanzen) in diesem Falle keine Beachtung geschenkt werden kann. Eine ähnliche Störung in der Biocoenose würde ja auch dann eintreten, wenn ein Teil des Pflanzenwuchses mechanisch entfernt wird, ohne daß ein Chemikal eingesetzt wird.

Durch Anwendung von Cutralin war auch der Badebetrieb in keiner Weise gestört; es konnte weder ein störender Geruch noch irgendwelche hautschädigenden Einflüsse festgestellt werden.

IV. Zusammenfassung

Es wird über Versuche zur Bekämpfung unerwünschter Teichpflanzen berichtet, die im Laboratorium und im Freiland durchgeführt wurden.

1. In Aquarienversuchen im Labor wurde annähernd die für *Phoxinus laevis*, *Gammarus pulex*, *Daphnia pulex* und einigen Pflanzenarten

gerade noch verträgliche Dosis (Dosis tolerata) sowie die bereits toxische Dosis mehrerer Herbizide ermittelt.

2. Durch Vergleich der pflanzenschädigenden Dosis mit der für Fische und Fischnährtiere gerade noch verträglichen Dosis läßt sich die Eignung eines Herbizides zur Pflanzenbekämpfung in Gewässern abschätzen, die im Sicherheitsquotienten ihren Ausdruck findet: $S = \frac{fD}{pD}$ (S = Sicherheitsquotient, pD = herbizidwirkende Dosis, fD = Dosis tolerata für Fische, bzw. für noch zu schonende Wasserorganismenarten).

3. Die zur Pflanzenvernichtung erforderliche Aufwandmenge muß wesentlich unter der für Fische und Fischnährtiere schädlichen Dosis liegen (Sicherheit), da oftmals die Grenzen der im Labor gefundenen günstigsten Herbizidkonzentrationen unter Freilandverhältnissen nicht genau eingehalten werden können. Bevor die mit der Unkrautbekämpfung in Fisch- und Badegewässern zusammenhängenden Fragen durch eingehende toxikologische Untersuchungen besser geklärt sind, sollen nach unserem Erachten vorläufig nur Mittel mit einem möglichst hohen Sicherheitsquotienten, z. B. von über 20, Anwendung finden.

4. Von den geprüften Produkten wiesen nur Simazin und Cutralin einen Sicherheitsquotient von über 20 auf. Der Sicherheitsquotient für Cutralin betrug 260.

5. Die im Laborversuch gewonnenen Ergebnisse fanden im Teichversuch ihre Bestätigung: der vorhandene submerse Pflanzenbestand, vorwiegend *Myriophyllum verticillatum*, konnte ohne Schädigung von Fischen, Fischnährtieren und anderen Wasserorganismen durch eine Dosierung von rund 18 mg Cutralin/Liter Wasser größtenteils zum Absterben gebracht werden.

Summary

Investigations on the control of noxious water weeds carried out in the laboratory and in the open are being reported.

1. In the laboratory the approximate dosis of some herbicides which can still be tolerated by *Phoxinus laevis*, *Gammarus pulex*, *Daphnia pulex* and some other plant species, as well as the dosis which is already toxic was determined.

2. By comparing the dosis for the control of weeds with the dosis being tolerated by fishes and their food animals the aptitude of a chemical can be ascertained which is expressed by the security quotient: $S = \frac{fD}{pD}$ (S = Security quotient, pD = dosis to control the weeds, fD = dosis being tolerated by fishes and their food animals).

3. The concentration of the herbicides to kill the weeds must be far lower than the dosis which would harm the fishes, as the bounderies of favorable herbicide concentrations determined in the laboratory can often

not be observed exactly in the open. It is our opinion that at the present time only chemicals with a higher quotient f. e. 20 and more are being applied until all the questions connected with the control of weeds in ponds or lakes can be solved by toxicoligical studies.

4. Of the products tested only Simazin and Cutralin had values above 20. The security quotient of Cutralin is 260.

5. The results obtained in the laboratory could be affirmed in the open. The weeds below the water level, primarily *Myriophyllum verticillatum*, could be controlled to the most without endangering the fishes and their food animals using 18 mg Cutralin per liter.

Literatur

Adlung, G. (1957): Zur Toxizität insektizider und akarizider Wirkstoffe für Fische. Naturwiss. **44**, 471—472.

Bandt, H. (1957): Über die Giftwirkung von Herbiziden auf Fische. Zeitschr. f. Fischerei **6**, 121—125.

Beran, F. (1953): Ein Beitrag zur Methodik der Insektizidprüfungen. Pflanzenschutzberichte, XI., 151—160.

Beran, F. und Neururer, J. (1955): Zur Kenntnis der Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf die Honigbiene *(Apis mellifica)*. Pflanzenschutzberichte, XV., 97—147.

Boschetti, M. (1959): Field testing of Kuron as an aquatic herbicide in Massachusetts. Proc. 13th Ntheast. Weed Control Conf., 315—321.

Chancellor, R., Coombs, A. and Foster, H. (1958): Experiments on the control of aquatic weeds by means of copper sulphate. Paper read at 4th Brit. Weed Control Conf., 6.

Gillard, A. (1958): Importance of „scum" on water and its control. Rev. Agric., Brux., **11**, (5), 805—813.

Grigsby, B. and Smith, J. (1958): Application of granular herbicides for the control of submerged weeds. Proc. 15th N. Central Weed Control Conf., 40—41.

Härdtl, H. (1955): Pflanzenschutz im landwirtschaftlichen Wasserbau und in der Fischereiwirtschaft. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **9**, 229—234.

Holz, W. (1959): Versuche zur mechanischen Bekämpfung des Duwocks. 3. Deutsche Arbeitsbesprechung, Stuttgart/Hohenheim 1959.

Jansen, L., Gentner, W. and Hilton, J. (1958): A new method for evaluating potential algicides and determination of the algicidal properties of several substituted-urea and s-triazine compounds. Weeds, **6**, (4), 390—398.

Jones, B. (1958): Aquatic weed control. Proc. 15th N. Central Weed Control Conf., 127.

Jugovic, M. (1959): The results of an experiment in controlling weeds on waterways in the region of Zemun. Hemizacija Poljoprivrede. (25), 47—55.

Kramer, D. (1955): Über den Einsatz chemischer Mittel zur Entkrautung von Be- und Entwässerungsgräben. Wasserwirtschaft — Wassertechnik **5**, 19—22 und 62—68.

Kramer, D. und Manzke, E. (1959): Untersuchungen über die herbizide Wirkung von Omnidel Spezial und Omnidel. Die deutsche Landwirtschaft **10**, 500—504.

Mann, H. (1955): Gelegebekämpfung mit synthetischen Unkrautmitteln. Der Fischwirt **5**, 101—105.

Moewus, F. (1949): Der Kressewurzeltest ein neuer quantitativer Wuchsstofftest. Biolog. Zbl. **68**, 118—140.

Nietzke, G. (1952/53): Herbizide Hormon-Präparate und ihre Wirkung auf Fische. Arch. f. Fischereiwissenschaft, 36—39.

Nietzke, G. (1954): Seggenbekämpfung mit ätzenden Herbiziden an und in stehenden Gewässern. Nachrbl. d. Deutschen Pflanzenschutzdienstes **6**, 23—26.

Overbeek, J. (1958): A new herbicide for aquatic weed control. 4th Brit. Weed Control Conf.

Schneider, E. (1959): A progress report on simazine for aquatic weeds. Proc. 13th Ntheast. Weed Control Conf., 306—309.

Stryckers, J. (1956): De huidige stand van zaken op het gebied van de onkruidbestrijding in Belgie. Landbouwkundig Tujdschrift **68**, 31—39.

Url, W. und Fetzmann, E. (1959): Wärmeresistenz und chemische Resistenz der Grünalge *Gloeococcus bavaricus* Skuja. Protoplasma. **50**, 471—482.

Welte, E. (1956): Einsatzmöglichkeiten von Natriumtrichloracetat zur Bekämpfung von Schilf und verschiedenen Sauergräsern. Mitteil. a. d. Biol. Bundesanst. f. Land- u. Forstwirtsch. H. 85, 187—193.

Wilson, R. (1958): A progress report on the use of herbicides in Essex County. Proc. N. J. Mosquito Extermin. Ass., **45**, 165—168.

Wunder, W. (1957): Die Bekämpfung unerwünschter Teichpflanzen mit chemischen Mitteln. Allgemeine Fischer-Zeitung **82**, H. 17 u. 18.

Younger, R. (1959): Progress report on the use of Kuron, 2,4-D and 2.4.5-TP granules as aquatic herbicides. Proc. 13th Ntheast. Weed Control Conf., 322—328.

Zonderwijk, P. (1959): Onkruidbestrijding met chemische middelen Plantenziektenkundige Dienst Wageningen. Nr. 111.

Referate

Plant Pathology. Problems and Progress 1908—1958. (Pflanzenpathologie. Probleme und Fortschritte 1908—1958.) Hrg. von Holton C. S. Fischer G. W., Fulton R. W., Hart Helen und McCallan S. E. A., Madison 1959. Published for the American Phytopathological Society by the University of Wisconsin Press, 588 Seiten, Preis 8·50 Dollar.

Der vorliegende sehr gut ausgestattete Band bringt die anläßlich des 50jährigen Bestandes der „American Phytopathological Society" (1908 bis 1958) gehaltenen allgemeinen Vorträge und 51 wissenschaftliche Beiträge zahlreicher Fachleute — vor allem aus dem angelsächsischen Raum — im Rahmen von neun Symposien.

Die einleitenden Darstellungen behandeln die Rolle der Phytopathologie in der wissenschaftlichen und sozialen Entwicklung der Menschheit (E. C. Stakman), die Entwicklung der Phytopathologie in Nordamerika (J. A. Stevenson) und die Geschichte der American Phytopathological Society (S. E. A. McCallan), sowie einige ausgewählte phytopathologische Grundfragen. In den Symposien wurden folgende Fragenkomplexe behandelt: Physiologie des Parasitismus, Ergebnisse genetischer Untersuchungen über den Mechanismus von Pathogenität und Resistenz, Chemie und Wirkungsart der Fungizide, Bodenmikrobiologie und Wurzelparasiten, nematologische Probleme, Struktur der Viren und ihre Vermehrung sowie Epidemiologie der Pflanzenkrankheiten.

Die Beiträge ergeben insgesamt zwar keinen systematischen Überblick über das Gebiet der Phytopathologie — was auch nicht angestrebt war —, aber sie behandeln alle Kernfragen der phytopathologischen Forschung, die gegenwärtig eine intensive Bearbeitung erfahren und bringen die einschlägigen neuesten Forschungsergebnisse. H. Wenzl

Franz (H.): **Feldbodenkunde als Grundlage der Standortsbeurteilung. Mit besonderer Berücksichtigung der Arbeit im Gelände.** Verl. Georg Fromme & Co., Wien und München, 1960; 583 S., 6 Tafeln, 54 Abb.; kart. S 318·—, Halbleinen S 330·—.

Beim Studium des Werkes stellt man überrascht fest, welche Fülle von Faktoren an der Entstehung und dauernden Umwandlung jenes Naturgebildes beteiligt ist, das man in lapidarer Kürze als Boden bezeichnet, und wie vielgestaltig sich dieses Gebilde darbietet. Wenn es dem Leser gelingt, aus dieser Lektüre Nutzen zu ziehen, so ist dies in erster Linie dem Autor zu danken, der es meisterhaft verstanden hat, die komplizierte Materie anregend und prägnant darzustellen. In einer Zeit rapid zunehmender Spezialisierung ist es ein mühsames Beginnen, ein Forschungsgebiet, das sich in Fluß befindet und Erkenntnisse aus zahlreichen Disziplinen zu einer Synthese zu vereinen hat, einem größeren Kreis nahezubringen. Das Verdienst ist umso größer, wenn — wie im vorliegenden Falle — vor allem Praktiker angesprochen werden sollen, mögen sie auch eine entsprechende Vorbildung haben. Die österreichischen Verhältnisse finden besondere Berücksichtigung, wie überhaupt viele Details an praktischen Beispielen veranschaulicht werden. Der Zweck des Lehrbuches rechtfertigt das erfolgreiche Bemühen des Verfassers: Geht es doch darum, dem Landwirt die große Bedeutung des pflanzenbaulichen Produktionsfaktors „Boden" vor Augen zu führen und ihm eine Anleitung zur Beurteilung und Verbesserung der Bodenbedingungen zu geben, und schließlich, die Gefahren aufzuzeigen, die der Bodenwirtschaft durch die Technisierung in der Landwirtschaft drohen. Ein kurzer Abschnitt ist dem Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf das Bodenleben gewidmet (E 605,

S. 484, wäre zu streichen). Die darin geäußerten Befürchtungen muten etwas übertrieben an, zumal, wenn man eine nicht widmungsgemäße Anwendung von Pflanzenschutzmitteln billigerweise nicht zur Diskussion stellt. Es soll aber nicht bestritten werden, daß der Stand unseres diesbezüglichen Wissens noch unzureichend ist und daher der Pflanzenschutzforschung wichtige Aufgaben gestellt sind. Im übrigen wird man das aufschlußreiche Buch in pflanzenschutzlichen Belangen oft zu Rate ziehen, da zahlreiche Berührungspunkte zwischen Bodenkunde und Pflanzenschutz bestehen; es sei z. B. an Mangelkrankheiten erinnert sowie an jene tierischen und pflanzlichen Schadenserreger, die zeitweilig oder dauernd im Boden leben. O. Schreier

Sedlag (U.): **Hautflügler III. Schlupf- und Gallwespen.** Die Neue Brehm-Bücherei, H. 242, 84 S., 39 Abb., 1 Farbt. A. Ziemsen-Verlag, Wittenberg-Lutherstadt, 1959, Brosch. DM 5'20.

Das vorliegende Bändchen bildet einen besonders wertvollen Beitrag zu der bekannten und geschätzten Brehm-Reihe. Die in ihm behandelte Hymenopterengruppe der *Terebrantes*, umfassend die Überfamilien der Gall-, Schlupf-, Erz- und Zehrwespen, ist nämlich nicht nur rein biologisch interessant, sondern auch wirtschaftlich bedeutend. Ihr gehören viele Pflanzenschädlinge sowie Nützlinge und deren Parasiten an. Die große Artenzahl und eine überwältigende Vielfalt in der Lebensweise dieser zum Teil außerordentlich kleinen und kaum bekannten Insekten zwang zu einer Beschränkung auf Typisches und Demonstratives. Dem Verfasser ist die notwendigerweise sehr subjektive Stoffwahl auch stilistisch bestens gelungen, gute Abbildungen ergänzen den Text. Den Verfechtern der biologischen Schädlingsbekämpfung, die sich ja vorwiegend auf Hymenopteren stützt, zeigt die empfehlenswerte Lektüre, mit welchen Schwierigkeiten biologischer und technischer Natur diese zweifellos ansprechendste Bekämpfungsmethode rechnen muß. O. Schreier

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Technical Bulletin Nr. 7: **Plant Nematology (Pflanzennematologie).** Herausg. J. F. Southey, H. M. Stat. Office, London 1959, 175 S., 12 Tafeln, 68 Abb. Brosch. 9 s 6 d.

Vorträge namhafter englischer Nematologen, gehalten im Rahmen eines 1956 in Bristol veranstalteten Kurses, wurden zu der vorliegenden Broschüre vereint. Die Veröffentlichung bildet zum Teil eine Ergänzung des Technical Bulletin No. 2, Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes (Labormethoden für das Arbeiten mit Pflanzen- und Bodennematoden), von T. Goodey (1949), revidiert von J. B. Goodey (1957). In sechs Kapiteln werden die wichtigsten wissenschaftlichen und praktischen Fragen aus diesem jungen pflanzenschutzlichen Forschungszweig erörtert. Obwohl britische Verhältnisse besondere Würdigung fanden, blieb der Charakter eines vorzüglichen Leitfadens gewahrt. Zahlreiche Literaturangaben erleichtern dem angehenden Spezialisten ein tieferes Eindringen in die Materie. O. Schreier

Riley (E. A.): **A revised List of Plant Diseases in Tanganyika Territory. (Neubearbeitete Liste der Pflanzenkrankheiten im Tanganjika-Territorium.)** Mycological Papers Nr. 75, Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, 1960. 42 Seiten, Preis 10 s.

Nach einer einleitenden Übersicht über die landwirtschaftlichen Verhältnisse bringt die vorliegende Mitteilung eine eingehende Übersicht über die im Tanganjika-Territorium (Ostafrika) auftretenden Pflanzenkrankheiten und nichtparasitären Schäden, geordnet nach den botanischen

(lateinischen) Bezeichnungen der betroffenen Nutz- bzw. Zierpflanzen, unter denen sich auch eine Anzahl in Europa verbreiteter finden. Die zusammenfassende Darstellung bringt auch eine alphabetische Liste der lateinischen Bezeichnungen der Krankheitserreger und der physiologischen Erkrankungen sowie der englischen Vulgärbezeichnungen der betroffenen Pflanzen. Die schädigendsten Krankheiten sind der Kaffeerost *(Hemileia vastatrix)*, die Fusarium-Welke der Baumwolle, der amerikanische Maisrost *(Puccinia polysora)*, die Panamakrankheit der Banane *(Fusarium oxysporum var. cubense)*, die durch *Pseudomonas solanacearum* hervorgerufene Fäulnis bei Solanaceen, Rostkrankheiten des Weizens und Bakterien-, Pilz- und Viruskrankheiten der Bohne. H. Wenzl

Ellis (M. B.): **Clasterosporium and some Allied Dematiaceae-Phragmosporae II. (Clasterosporium und einige verwandte Dematiaceae-Phragmosporae II.)** Mycological Papers Nr. 72. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey 1959, 75 Seiten, 58 Abbildungen, Preis 25 s.

Der vorliegende zweite Teil der Arbeit über die Phaeophragmosporae innerhalb der Familie der Dematiaceae behandelt die Gattungen *Bactrodesmium*, *Bactrodesmiella*, *Brachysporiella*, *Endophragmia* und *Stigmina*. Weiters werden je zwei neue Arten der Gattungen *Clasterosporium* und *Sporidesmium* beschrieben. Die Gattung *Bactrodesmiella* wurde vom Verfasser in Abtrennung von *Bactrodesmium* neu aufgestellt. *Monosporella* Hughes non Keilin wird auf Grund der durchgeführten Untersuchungen als Synonym von *Brachysporiella* und *Phragmocephala* Mason & Hughes als Synonym von *Endophragmia* aufgefaßt.

Die Arbeit bringt nicht nur die Beschreibung einer größeren Zahl neuer Arten der Gattungen *Bactrodesmium*, *Endophragmia* und *Stigmina* aus Großbritannien und verschiedenen überseeischen Gebieten, sondern auch eine Neubenennung zahlreicher zum Teil altbekannter Arten. Die sehr sorgfältig ausgeführten zahlreichen Abbildungen sind besonders hervorzuheben. H. Wenzl

Booth (C.): **Studies of Pyrenomycetes: IV. Nectria (Part I). (Untersuchungen über Pyrenomyceten: IV. Nectria [Teil I].)** Mycological Papers Nr. 73, Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey 1959, 115 Seiten, 2 Tafeln und 33 Abbildungen. Preis 25 s.

Die vorliegende Publikation ist eine monographische Bearbeitung der in Großbritannien vorkommenden Arten der Gattung *Nectria*; ein zweiter in Vorbereitung befindlicher Teil wird sich vorwiegend mit tropischen Formen beschäftigen. Einleitend wird eine Geschichte der Aufstellung und Abgrenzung der Gattung *Nectria* gegeben. Der Verfasser gliedert die britischen *Nectria*-Arten nach dem Bau der Perithezien-Wand in neun Gruppen; dabei ergab sich eine weitgehende Parallele zur Klassifizierung Wollenweber's auf Grund des zugehörigen Konidien-Stadiums. Die Arbeit beschränkt sich nicht nur auf die übliche Beschreibung der Arten, sondern behandelt auch deren Verhalten in Kultur auf verschiedenen Nährmedien; neben den Bestimmungsschlüsseln auf Grund des natürlich entwickelten Materials für die 9 Gruppen und innerhalb dieser für die zugehörigen Arten werden zumindest für einzelne Gruppen auch Bestimmungsschlüssel auf Grund der in Kulturen feststellbaren Einzelheiten (Farbe, Größe und Form der Konidien) aufgestellt. Neben dem Literaturverzeichnis enthält die Arbeit einen Wirtspflanzenindex und ein alphabetisches Verzeichnis der berücksichtigten Pilzgattungen und -arten. Die behandelten Arten sind in ihren charakteristischen Eigenheiten in 34 sehr guten Strichzeichnungen wiedergegeben. H. Wenzl

Booth (C.): **Studies of Pyrenomycetes: V. Nomenclature of some Fusaria in Relation to their Nectrioid Perithecial States. (Untersuchungen über Pyrenomyceten: V. Nomenklatur einiger Fusarien im Hinblick auf ihre nectrioiden Perithecien-Stadien.)** Mycological Papers Nr. 74, Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey 1960, 16 Seiten, 4 Abbildungen, Preis 5 s.

Die Spezialstudie setzt sich kritisch mit der Auffassung von Snyder und Hansen (1941, 1945) auseinander, daß alle Arten der Fusarium-Sektionen Martiella und Ventricosum (Wollenweber und Reinking 1935) Synonyme von *Hypomyces solani* und die Arten der Sektionen Eupionnotes und Macroconia mit *Nectria episphaeria* synonym seien. Im Hinblick auf die Variabilität des Konidienstadiums prüft Verfasser diese Angaben hauptsächlich an den Perithecien, Asci und Ascosporen. Entgegen der Auffassung von Snyder und Hansen ergaben sich klare Unterschiede zwischen *Hypomyces solani* und *H. haematococcus*, die als *Nectriopsis solani* (Reinke & Berth.) Booth comb. nov und *Nectria haematococca* Berk. & Br. neu beschrieben werden.

Ebenso zeigte sich, daß die von Snyder und Hansen als *Nectria episphaeria* zusammengefaßten Nectria-Arten klar voneinander unterscheidbar sind. H. Wenzl

Deighton (F. C.): **Studies on Cercospora and allied Genera. I. Cercospora Species with coloured spores on Phyllanthus (Euphorbiaceae). (Untersuchungen über Cercospora und verwandte Gattungen. I. Cercospora-Arten mit gefärbten Sporen auf Phyllanthus [Euphorbiaceen].)** Mycological Papers Nr. 71, Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey 1959, 23 Seiten, 13 Abbildungen, Preis 9 s.

Auf den in den wärmeren Gebieten (Afrika, Asien) weit verbreiteten Arten der Euphorbiaceen-Gattung *Phyllanthus* sind bisher nicht weniger als 6 Arten der Pilzgattung *Cercospora* festgestellt worden; sie werden in der vorliegenden Arbeit eingehend an Hand von instruktiven Strichzeichnungen beschrieben. H. Wenzl

Moericke (V.): **Über ein Auftreten des Pflaumenwicklers (Laspeyresia funebrana Tr.) in Sauerkirschen.** Z. Pflanzenkrkh. u. Pflanzenschtz. **67**, 1960, 1—7.

Es wird über ein Vorkommen des Pflaumenwicklers, *Laspeyresia funebrana*, in Schattenmorellen, in einzelnen Gartenanlagen in Bonn berichtet. Die in und an diesen Früchten verursachten Schäden sind eingehend beschrieben und mit guten Abbildungen belegt. Die Unterschiede im Schaden zwischen Pflaumen und Kirschen liegen vor allem darin, daß an den letztgenannten Früchten Kot ausgestoßen wird und sie Deformationen zeigen, während dies bei Pflaumen niemals der Fall ist. Bisher wurde nur ein schwacher Befall beobachtet, da jedoch die befallenen Früchte auch ins Erntegut geraten können, wird die Qualität der Marktware mitunter wesentlich vermindert. H. Böhm

Grulich (I.): **Škody způsobené hrabošem polním na ovocných dřevinách. (Die Feldmaus als Schädling von Obstbaumbeständen.)** Deutsche Zusammenfassung. Rostlinná výroba **6**, 1960, 253—260.

Der Verfasser berichtet über Schäden, die Feldmäuse in Baumschulen und Obstanlagen stiften und die vielfach Wühlmäusen oder Nutztieren zugeschrieben werden. Geschädigt werden vor allem einjährige bis 25 Jahre alte Bäume, und zwar in erster Linie Apfel-, Aprikosen- und Pfirsichbäume, in geringerem Maße Kirsche, Pflaume und Zwetschke.

Stark benagte Bäume gehen innerhalb der Vegetationszeit zugrunde, bei einem schwächeren Befall kommt es zwar zum Ausheilen der Wunden, jedoch wird das von der Rinde entblößte Holz alsbald von Mikroorganismen angegriffen und zersetzt. Als Abhilfemaßnahmen werden empfohlen, mehrjährige Futterpflanzen aus den Obstanlagen zu entfernen und den Boden gründlich aufzuackern, um dann eine wirksame Vertilgung der Feldmäuse vornehmen zu können. H. Böhm

Kühn (H.): **Zum Problem der Wirtsfindung phytopathogener Nematoden.** Nematologica 4, 1959, 165—171.

In Petrischalen, aufgestellt in einem Thermostaten bei hoher Luftfeuchtigkeit, wurden Wattestreifen eingelegt und einseitig mit einem Augensteckling einer Kartoffel belegt. Nach dem Austreiben der Stecklinge wurden die Wattestreifen mit Kartoffelnematodenlarven beschickt. Auf Grund der theoretisch berechneten und der mit dieser Berechnung übereinstimmenden tatsächlichen Verteilung der Larven in den Wattestreifen wurde der Lockstofftheorie (B a u n a c k e, 1922) folgende Hypothese der chemo-orthokinetischen Wirtsfindung gegenübergestellt: Die Larven der Kartoffelnematoden werden nicht von Ausscheidungen der Kartoffelwurzel angelockt, sondern gelangen zufällig in den engeren Wurzelbereich. Sie dringen entweder in die Wurzel ein oder werden durch einen diffusen Reiz in ihrer Beweglichkeit gehemmt und verlassen daher diese Zone nur langsam oder überhaupt nicht. Die Pflanze beeinflußt also nicht die Richtung, sondern lediglich die Geschwindigkeit der Larvenwanderung. O. Schreier

Geisler (G.): **Untersuchungen zur Resistenzzüchtung gegen „Heuwurm"-Befall bei Reben.** Vitis, 2, 1959, 84—100.

Die Resistenzzüchtung gegen tierische Schädlinge stößt vor allem deshalb auf erhebliche Schwierigkeiten, da Fälle „echter" Resistenz, bei der z. B. Ungenießbarkeit der Wirtspflanze für den Schädling besteht, sehr selten sind. Meist handelt es sich um eine sogenannte „Schein"-Resistenz, d. h. auf Grund eines unterschiedlichen Entwicklungsrhythmus der Pflanze und des Schädlings wird ein Befall verhindert oder abgeschwächt. Gegenüber den Raupen des Traubenwicklers wird aus Gründen der Polyphagie kaum eine echte Resistenz zu erreichen sein. Günstigere Aussichten auf Erfolg werden hingegen Versuche haben, die sich mit entwicklungsphysiologischen und morphologischen Eigenschaften der Reben beschäftigen, von denen ein Einfluß auf die Befallshöhe und auch auf die Stärke der Schädigung zu erwarten ist. Seit längerem ist auch bekannt, daß spezifische Sortenunterschiede beim Heu- und Sauerwurmbefall bestehen. So zählt zum Beispiel die Sorte Riesling zu den stark befallenen Sorten, während etwa Sylvaner erheblich geringer geschädigt wird. Vom Verfasser wurden Untersuchungen mit folgender Fragestellung durchgeführt: Inwieweit bestehen innerhalb der gegebenen Variabilität Eigenschaften und Merkmale, die eine „Schein"-Resistenz bedingen, und in welchem Umfange kann dadurch die Stärke des Befalles beeinflußt werden, beziehungsweise besteht die Vermutung, daß es eine „Echte"-Resistenz geben soll, zu Recht?

An einem sehr umfangreichen Sämlingsmaterial interspezifischer Vitis-Kreuzungen verschiedener Abstammung wurde eine Anzahl von Sämlingseigenschaften bezüglich ihres Einflusses auf die Traubenwicklerresistenz untersucht, und es konnten folgende Ergebnisse erzielt werden: Einige Sämlingseigenschaften, wie Gescheinsbehaarung, Gescheinsdichte, Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine, Lage der Gescheine am Stock

sowie Größe und Anzahl der Vorblätter fördern oder behindern die Entwicklungsphasen der Eiablage, Eientwicklung und Raupenentwicklung. Sämlinge mit schwach behaarten und dichten Gescheinen und einer schnellen Gescheinsentwicklung sowie kleine Vorblätter bedingen eine deutliche Resistenz gegen den Heuwurm. Geruchsstoffe, die die Falter abhalten könnten, sind nach Ansicht des Verfassers unwahrscheinlich. Unterschiede in der Befallsstärke bei verschiedener Abstammung der Sämlinge können somit durch morphologische Verschiedenheiten erklärt werden.

K. Russ

Wildbolz (Th.) und Baggiolini (M.): **Über das Maß der Ausbreitung des Apfelwicklers während der Eiablageperiode.** Mitt. d. schweiz. Ent. Ges., **32**, 1959, 241—257.

Die Wanderung der Falter des Apfelwicklers vom Schlüpfen bis zum Ende der Eiablageperiode ist von großer praktischer Bedeutung. Da diesbezüglich nur wenige Angaben vorliegen, unterzogen die Verfasser dieses Problem einer genauen Studie. Zu diesem Zweck brachten sie in der ersten Juniwoche des Jahres 1958 in einer 1949 bis 1950 gepflanzten und von der Obstmade nur sehr gering (1%) befallenen Kernobstanlage ungefähr im Zentrum der Anlage verpuppte Obstmaden zur Aufstellung und zum Schlüpfen. Der Ausflug der Falter konnte zweimal wöchentlich durch Kontrolle der frisch geschobenen Puppenhüllen beobachtet werden. Die Befallskontrolle erfolgte am 5. August 1958 durch Auszählen des Obstmadenbefalles am Baum. Der Befall an Äpfeln unmittelbar bei der Infektionsquelle war sehr hoch, nahm aber schon in einer Entfernung von 50 Meter auf ein Zehntel ab und betrug 150 Meter von der Infektionsquelle entfernt nur noch 0 bis 1%. In der Hauptwindrichtung war die Abnahme des Befalles deutlich geringer als in der Gegenrichtung. Interessanterweise stieg der Befall an der, einem baumfreien Ackerland gegenüberliegenden Randzone deutlich an, während er in der einer Zwetschkenanlage benachbarten Randzone stark absank. Verfasser führen diese Erscheinung auf eine gewisse Stauwirkung des baumfreien Ackerlandes zurück. Birnenbäume, die in unmittelbarer Nähe der Infektionsquelle standen, waren nur sehr schwach befallen. Verfasser kommen zu dem Schluß, daß in geschlossenen Obstanlagen mit dem Überflug und mit Eiablagen auf Distanzen von 100 bis 200 Metern zu rechnen ist. Baumfreie Flächen wirken deutlich als Schranke. Befallsunterschiede, die durch Ernteausfall an einzelnen Bäumen oder durch Bekämpfungsmaßnahmen entstehen, können rasch ausgeglichen werden.

K. Russ

Saletiny (Th.): **Durch die Rübenrasse des Stockälchens Ditylenchus dipsaci hervorgerufene Schadbilder bei einigen Unkrautarten.** Nematologica **4**, 1959, 142—146.

Untersuchungen über den Wirtspflanzenkreis der Rübenrasse des Stockälchens, die in den Jahren 1954 bis 1957 in Baden-Württemberg durchgeführt wurden, erstreckten sich auch auf zahlreiche Ackerunkräuter. Die Befallssymptome der 22 Unkrautarten waren sehr unterschiedlich. Die deutlichsten Auswirkungen — Deformationen, Wachstumshemmungen, Fäulnis — zeigten *Aethusa cynapium* (Hundspetersilie), *Avena fatua* (Flughafer), *Polygonum convolvulus* (Windenknöterich), *Polygonum persicaria* (Flohknöterich) und *Sonchus arvensis* (Ackergänsedistel). Die Beschreibung der Befallsbilder wird durch 12 gute Fotos veranschaulicht.

O. Schreier

Eigentümer, Verleger u. Herausgeber: Bundesanstalt für Pflanzenschutz, verantwortlicher Redakteur: Dr. Ferdinand Beran, sämtliche Wien 2., Trunnerstraße 5
Druck: Raiffeisendruckerei, Wien 18., Theresiengasse 58

Sichere Bekämpfung
der
Rüben-Cercospora
auch in
Schwerbefallsgebieten
durch
BRESTAN

in Trockengebieten
durch
VITIGRAN conc.

VEDEPHA — WIEN

ORIGINAL J/J JESSERNIGG

SCHÄDLINGS-BEKÄMPFUNGSGERÄTE

Motor-Rad und handbetrieben in jeder Leistung

Gebläse-sprüher „Komet"

Hochleistungssprühgerät im Weinbau für Hoch- und Niederstockkulturen als Zusatzgerät zur Traktorsattelspritze

Original Jessernigg-Pflanzenschutzgeräte sind seit 70 Jahren führend in Leistung, Qualität und Funktion

JOSEF JESSERNIGG
Spezialfabrik für Pflanzenschutzgeräte
Stockerau, Bahnhofstraße 6 – 8
Prospekte kostenlos

SHELL

ALDREX
Streumittel
Emulsion

CiT

PFLANZENSCHUTZMITTEL

HERBIZIDE

Modernste Schädlingsbekämpfungsgeräte

für alle Zwecke des

Obst-, Wein-, Feld- und Gartenbaues

„SOLO"

die meistgekauften Sprüh- und Stäubegeräte der Welt, rückentragbar u. fahrbar (Lizenzbau für Österreich)

Hydraulische **Obst- u. Weinpressen** in vielen Größen und Ausführungen

WILLMES-PRESSER

die Presse für den Qualitätsweinbau. Kolbenlos, mit Preßluft arbeitend, mit drehbarer Siebtrommel in 4 Größen von 500 bis 2300 Liter Trommelinhalt (Lizenzbau für Österreich)

Maische-Vorentsafter, Maische-Pumpen

Branntwein-Brennanlagen u. v. a.

Maschinen- und Metallwarenfabrik

VIKTOR JESSERNIGG & URBAN

Stockerau, Schießstattgasse Nr. 47, Telephon 34 und 354